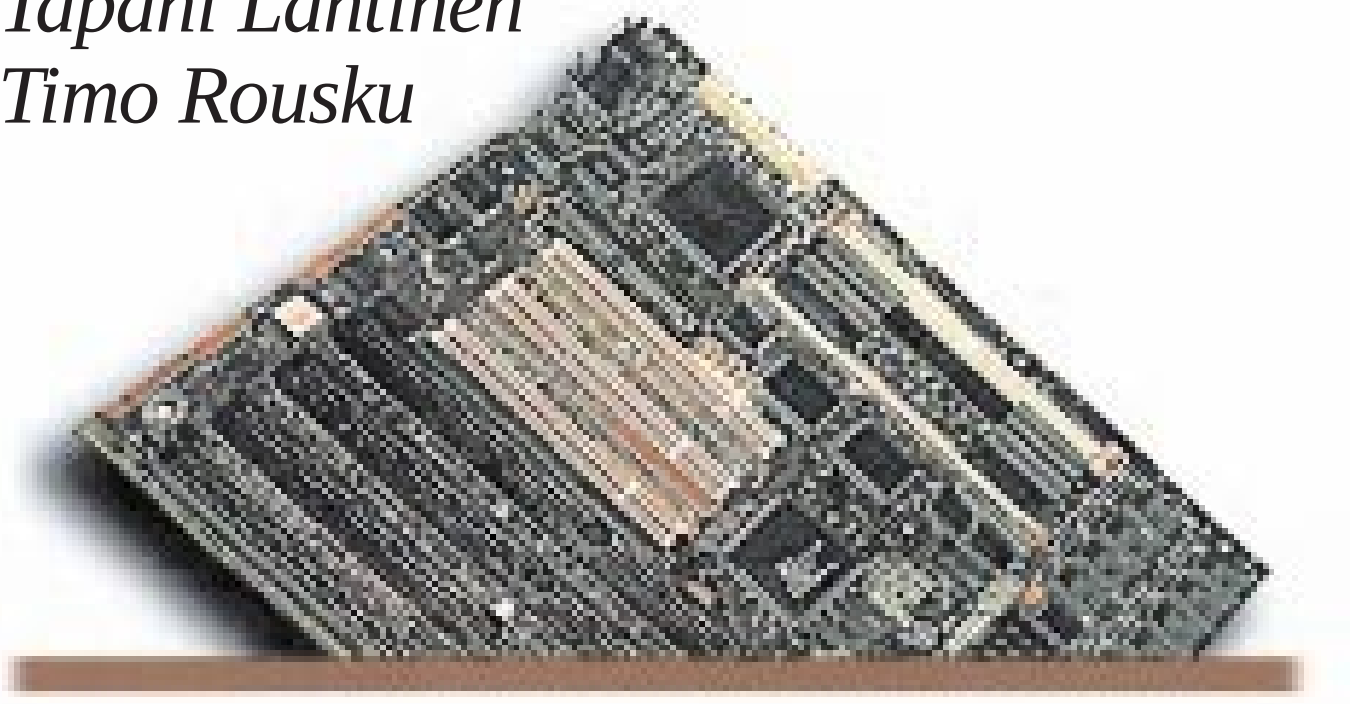
Reima Flyktman
Tapani Lahtinen
Timo Rousku



PC-mikron laitetekniikka

TEHOKÄYTTÄJÄN OPAS

***Suomen Atk**-kustannus*

Tehokäyttäjän opas PC-mikron laitetekniikka

Kaikki oikeudet pidätetään. Tämän julkaisun jäjentäminen ilman tekijän kirjallista lupaa painamalla, monistamalla, äänittämällä tai muulla tavoin on tekijänoikeuslain mukaisesti kielletty

Copyright

Kirjoittajat	Reima Flyktman Tapani Lahtinen Timo Rousku
Kustantaja	Suomen Atk-kustannus Oy PL 68 02601 ESPOO Puhelin (09) 4765 8550 Faksi (09) 4765 8595 Sähköposti palvelu@satku.fi Internet http://www.satku.fi
Kansi	Frank Chaumont / Timo Ravela (sähköinen laitos)
Taitto	Reima Flyktman
ISBN	951-762-567-7
Sähköinen laitos	Suomen Atk-kustannus Oy Timo Ravela Helsinki 1997
Ohjelmisto	Adobe Acrobat 3.0

SISÄLLYSLUETTELO LYHYESTI

Johdanto 1
1. Perusteet 7
2. Keskusyksikkö ja kotelo 39
3. Emolevy 47
4. Prosessorit 117
5. Muisti 195
6. Väylä 267
7. Virtalähde 329
8. Apumuistit 343
9. Näytönohjain 489
10. Näyttö 521
11. Liitännät 545
12. Oheislaitteet 591
13. Kirjoittimet 669
14. Kannettavat mikrot 723
15. Verkko 731
16. Jumpperit ja DIP-kytkimet 751
17. Resurssit 757
18. Asennukset 785
19. Ongelmia estävä ylläpito 861
20. Mikrotukihenkilö 875
21. Hintatasot 887
22. Lisätietoa mikropiireistä 891
Liitteet 945
Sanasto 997
Hakemisto 1027

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO 1
Kenelle tämä kirja on tarkoitettu 1
Kirjan sisältö 2
CD-levy 4
Kirjoittajat 5

1. PERUSTEET 7
Tietokonelaitteisto 11
Mikro ulkopuolelta 12
Mikro sisäpuolelta 15
Oheislaitteet 16
Mikron asentaminen 17
Perustietoa 17
Kaapelit 18
Mikron käynnistäminen 19
Kun mikro ei käynnisty 22
Kuuntele mikron ääniä 22
Kaapelit ja lisäkortit 22
Näyttö on pimeä 23
Muistin laskenta keskeytyy 23
Levyvirheet 24
General failure error reading drive C: 24
Non-system disk or disk error 24
Bad or missing command interpreter 25
No Basic in ROM 25
Bad sector 25
Sector not found 25
CMOS-virheet 26
CMOS display type mismatch 26
CMOS memory size mismatch 26
CMOS battery state low 26
CMOS checksum failure 27
CMOS system options not set 27
CMOS time & date not set 27
Uuden mikron hankinta 28
Multimediamikro 30
Käyttöjärjestelmät 32
DOS 33
Windows 35

Windows 95 36
OS/2 WARP 36
Windows NT 37
Muita käyttöjärjestelmiä 37

2. KESKUSYKSIKKÖ JA KOTELO 39
Kotelot 40
Avaaminen 42
Pöytäkotelo 42
Tornikotelo 43
Kotelossa olevat laitteet 43
Laajentaminen 44
Muut tietokoneen osat 45

3. EMOLEVY 47
Emolevy ja prosessori 49
Kellotaajuus 50
Väylä 50
Pääosat 51
Liitännät 52
Muisti 54
Integrointi 55
Emolevy vai emokortti? 56
Emolevytyypit 58
PC/XT 59
AT 60
Baby AT 61
ATX 62
LPX 64
NLX 65
Kiinnitys koteloon 66
BIOS-ROM 68
Rakenne 69
POST ja mikron käynnistyminen 70
Päivitys 71
Valmis päivityslevyke 71
Päivityslevykkeen hankkiminen 72
Flash BIOSin palautus 72
CMOS 73
Rakenne 74
SetUp 78
SetUp-ohjelman käynnistys 78

Vanhempi SetUp 79
PnP-SetUp 89
Liikkuminen 89
Määritykset 90
Setup/Main 90
Setup/Advanced 95
Setup/Security 99
Exit 99
Virheellinen tieto 100
Nopeus 101
MIPS 101
Kellotaajuus 102
iCOMP 105
Oheispiirit 107
Kylmä- ja uudelleenkäynnistys 111

4. PROSESSORIT 117
Mikroprosessorit 118
Prosessorin väylät 121
Tietoväylä 121
Osoiteväylä 123
Teknisiä ominaisuuksia 124
Transistorit 127
Pakkaustiheys 127
Kotelot 128
Prosessorikannat 130
Kantatyypit 132
Jännite 133
Jäähdytys 135
Erikoistekniikat 137
SMM 137
MMX 138
AGP 139
Prosessoriperhe, -malli ja -askeltaso 140
Koodinimet 140
8086/88 141
80186/88 142
80286 142
80386DX 143
80386SX 144
80386SL 145
80486DX 146
80486SX 147
80486SX2 148

80486SL 148
80486DX2 149
DX4 150
Pentium 150
Kellotaajuus 150
Rakenne 151
Välimuisti 152
Jännite 152
Toiminta 153
Mobile Pentium 153
Pentium with MMX 154
Pentium Pro 155
Kellotaajuus 155
Rakenne 156
Välimuisti 156
Jännite 157
Toiminta 157
Pentium II 159
Kellotaajuus 159
Rakenne 160
Välimuisti 161
Jännite 162
Toiminta 163
OverDrive 163
486-mikrojen OverDrive-vaihtoehdot 163
Pentium-mikrojen OverDrive-vaihtoehdot 165
Cyrix-prosessorit 166
486-prosessorit 166
Cyrix 5x86 168
Cyrix 6x86 168
Cyrix 6x86L 169
Cyrix 6x86MX 169
Cyrix M2 170
MediaGX 171
AMD-prosessorit 172
386-prosessorit 172
486-prosessorit 172
Am5x86 173
AMD K5 173
AMD K6 174
IBM-prosessorit 176
IBM 386 -sarja 176
IBM 486 -sarja 176
IBM 5x86 177
IBM 6x86 177
NEC-prosessorit 178

Chips & Technologies 178
SnapIn 178
PowerPC 179
NexGen Nx586 180
Muut prosessorit 182
Tunnettuja prosessorivikoja 183
8088 183
80386 183
Pentium 184
Liukulukuvirhe 184
Virranhallintavirhe 185
Matematiikkaprosessorit 186
8087 189
80287 189
80387 190
80487SX 191
RapidCAD 191
Weitek 192
Cyrix 192
AMD 193
IIT 193

5. MUISTI 195
RAM-muisti 196
Muistiryhmät 199
Perusmuisti 199
Ylämuisti 201
HMA-muisti 205
Laajennettu muisti 206
Jatkettu muisti 209
Hallintaprotokollat 210
Muistin muodostuminen 210
Muistin määrän laskeminen 212
Muistin nopeus 215
Nopeuden laskuesimerkki 215
Odotustila 216
Muisti on liian hidasta 216
Lomitettu muisti 217
Muistipiirit 218
DIP 218
SIP 219
ZIP 219
Muistimoduulit 220
SIMM 221

DIMM 229
SO DIMM 236
SIPP 236
Muistipiirien tekniikat 237
Staattinen ja dynaaminen muisti 238
Fast-PageMode 239
StaticColumn 240
EDO 240
BEDO 241
SDRAM 241
CDRAM ja EDRAM 241
VRAM 241
WRAM 242
SGRAM 242
MDRAM 242
RDRAM 243
3DRAM 243
Muistien purskejaksoajoitukset 243
Muistin lisääminen 245
Ennen asentamista 245
Asentaminen 247
ROM-muisti 249
Mask ROM 249
PROM 249
EPROM 250
EEPROM 250
Flash ROM 250
Shadow ROM 251
Välimuisti 253
Keskusmuistin välimuistillinen alue 255
Laite- ja ohjelmatason välimuistit 255
Nopeus 256
Synkroninen ja synkronoimaton välimuisti 257
Rakenne 258
Koko 259
Toiminta 260
Luku 260
Kirjoitus 262
Ohjaustapa 262
Pariteetin tarkastus 264
Keskusmuistin pariteettitarkastus 265

6. VÄYLÄ 267
PC-väylä 270

Pinnijärjestys 270
ISA-väylä 272
Pinnijärjestys 274
MCA-väylä 276
Pinnijärjestys 277
EISA-väylä 283
Pinnijärjestys 284
Paikallisväylä 287
VLB 288
Pinnijärjestys 290
PCI 293
Pinnijärjestys 295
SCSI 307
SCSI-1, -2 ja -3 309
Ketjutus 311
Numerotunnus 312
Terminaattori 312
Kaapelointi 314
Liittimet 315
Pinnijärjestykset 317
Sähköiset liitynnät 322
Laiteohjaimet 323
Tuetut SCSI-laitteet 325
Ongelmia 326

7. VIRTALÄHDE 329
Varoituksia 330
Liityntä sähköverkkoon 331
Käyttöjännitteen valinta 332
Sulakkeen vaihto 332
Päälle- ja poiskytkentäjärjestys 332
Virtaliitin näytölle 333
Ominaisuudet 333
Jäähdytys 334
Liittimet 335
AT- ja Baby AT -emolevyjen virtaliitin 335
Jos kytket väärin, on seurauksena... 337
Kytke oikein! 338
ATX-emolevyn virtaliitin 339
Lisälaitteiden virtaliittimet 339
Toimintaperiaate 341

8. APUMUISTIT 343

Levykeasema ja levykkeet 344
Levykeaseman toiminta 345
Rakenne 345
Levykeaseman kuluminen 348
5,25" levykeasema ja levykkeet 349
3,5" levykeasema ja levykkeet 350
Ohjain 351
Tietokaapeli 352
Virtaliitin 354
Levykeaseman valinta (DS, Drive Select) 354
Levykkeen tallennustiheys 355
Levykkeen koersitiivisuus 355
Levykkeen käynnistystietue 356
Levykkeen alustus 357
LS-120 360
LS-120-levyke 360
Toiminta 362
Liitäntä 362
Puhdistuslevykkeet 363
Floptical 364
Kiintolevyt 365
Kiintolevyn rakenne 366
Levyt 367
Luku/kirjoituspäät 368
Luku/kirjoituspäiden siirto 370
Servomekanismi 372
Lukumetodit 374
Ilmansuodatin 375
Pyöritysmoottori 375
Piirilevy 376
Kiintolevyn geometria 377
Levy 377
Ura 377
Sylinteri 378
Sektori 378
Tehonkulutus 378
Kiintolevyn tallennuskapasiteetti 379
Kiintolevyn suorituskyky 380
Hakuaika 380
Pyörähdysviive 380
Keskimääräinen hakuaika 381
Pyörimisnopeus 382
Tiedonsiirtonopeus 382
Lomituskerroin 383
Tyyppikoodit 384
Kiintolevyn liitännät 385

ST506/412 386
ESDI 388
SCSI 389
IDE 390
Tiedonsiirtomenetelmät 395
PIO 396
DMA 396
Bus Mastering IDE 398
Kiintolevyn välimuisti 399
Koodaustavat 400
FM 400
MFM 400
RLL 401
ARLL 402
Kiintolevyn SetUp-tiedot 403
Perusalustus 404
Kiintolevyn huolto 405
Virheilmoitukset 405
Pirstoutuminen eli fragmentoituminen 405
MTBF 406
RAID 406
Vaihtokiintolevyt 409
SyQuest 409
Bernoulli 410
Iomega Zip 411
Iomega Jaz 412
Korttikiintolevy 413
Rinnakkaisporttikiintolevy 413
Optiset tallentavat levyt 414
WORM 414
MO 415
PD-asemat 416
CD-ROM 417
CD-kelkka ja -kasetti 418
Jukebox 420
CD-ROM-aseman toiminta 421
CD-R-aseman toiminta 422
Nopeus 423
Liitännät 425
Oma liitäntä 425
IDE-liitäntä 425
SCSI-liitäntä 426
PCMCIA-liitäntä 426
Rinnakkaisliitäntä 426
Kaapelit 427
Tietokaapeli 427

Audiokaapeli 428
Levyt 428
CD-levy 430
CD-R-levy 432
DVD-levy 433
Sektorit 434
Virheet 437
Kestävyys 438
Pakkaukset 439
Standardit 440
Kirjat 440
MSCDEX 441
ISO 9660 441
High Sierra 442
CD-DA (Red Book) 442
CD-ROM (Yellow Book) 443
CD-ROM-XA (Yellow Book -laajennus) 443
CD-i (Green Book) 444
Bridge-Disc (White Book) 445
Video CD (White Book) 446
CD-R (Orange Book) 446
Multi-Session 447
CD-E 448
Kodak PhotoCD 448
CD-Plus 451
Hybrid CD-ROM 451
Levyn osiointi ja kirjanpito 452
Tilanvaraustaulukko 452
Tiedon luku ja tallennus 453
Tilanvarausyksikkö 454
Osiotaulukko 455
Osiointi 455
Osiokokorajoitukset 457
Osioinnin edut ja haitat 458
FDISK 460
Osiointi 460
Aktiivisuus 465
Poista osiointi 465
Näytä osiointitiedot 465
Vaihda kiintolevy 467
Osiotaulukon rakenne 468
Kiintolevyn käynnistyssektori 472
Hakemisto 473
Vioittunut FAT 475
Nauha-asemat 477
Tallennustekniikat 478

Nauha-asematyypit 479
QIC-nauha-asemat 479
Travan 481
DAT 483
DLT 484
8 mm videonauha 485
D/CAS 485
9 TRACK 485
Varmistusohjelmat 485
Varmistusmenetelmät 486

9. NÄYTÖNOHJAIN 489
Pääosat 492
Grafiikkaprosessori 492
Kiihdytetyt toiminnot 494
Muisti 498
RAMDAC 499
Liitännät 499
Näyttöliitäntä 499
Laajennusliitäntä 500
Väyläliitäntä 500
BIOS 501
Toiminta 502
Teksti- ja grafiikkatila 503
Näyttötarkkuus 503
Kuvataajuus 504
Värien määrä 505
DirectX 508
Direct3D 509
Ohjainstandardit 512
MDA 512
CGA 512
MGA 512
EGA 513
PGA 513
VGA 513
8514/A 514
XGA 514
VESA BIOS Extension 515
TIGA 517
Erikoisnäytönohjaimet 518

10. NÄYTTÖ 521

Kuvaputkinäytöt 522
Ryhmitykset 523
Kuvakoot 524
Kaapelit 526
Taajuudet 527
Kiinteätaajuuksiset ja monitaajuusnäytöt 527
Kuvan muodostuminen 528
Pisteväli 530
Lomitustekniikka 531
Näytön kaarevuus ja pinta 531
Näytön värisävy 532
Kuvavirheet ja muotovääristymät 532
Näytön säädöt ja säätimet 533
Kuvakulman säätö 535
Nestekidenäytöt 536
Näyttötarkkuus 537
Fyysinen koko 537
Toiminta 538
Passiivi- ja aktiivimatriisinäyttö 538
Näyttötyypit 539
Kaasuplasmanäyttö 540
Näyttösäteily 541

11. LIITÄNNÄT 545
Sarjaliitäntä 547
Asynkroninen ja synkroninen liitäntä 547
Keskeytykset ja osoitteet 548
Liittimet 549
Toiminta 553
Sarjamuotoisen signaalin rakenne 554
Tiedonsiirron nopeus 555
Sarjaliikennepiirit 557
8250-sarja 557
16450-sarja 558
16550-sarja 558
16650-sarja 560
16750-sarja 560
Kättely 560
Vuonohjaus 560
Ohjelmistovuonohjaus 561
Laitteistovuonohjaus 562
Ongelmien välttäminen 564
Pariteetin tarkistus 565
Rinnakkaisliitäntä 566

Osoitteet ja keskeytykset 568
Liittimet 568
Rinnakkaisliitännän rekisterit 570
Merkkien lähetys kirjoittimelle 572
Rinnakkais- ja sarjakaapelointeja 573
Sarjakaapeli 574
PC:n ja modeemin kytkentä 574
PC-PC-kytkentä laitteistovuonohjauksella 575
PC-PC-kytkentä ilman laitteistovuonohjausta 576
Suorakaapeliyhteys 577
9/25-pinninen sarjaliitäntävälikappale 578
Rinnakkaiskaapeli 579
Suorakaapeli 579
Rinnakkais- ja sarjaporttijakajat 580
USB 581
Nopeus 583
Liitin 583
FireWire 585
IrDA 586
Peliohjainliitäntä 587

12. OHEISLAITTEET 591
Näppäimistö 592
Näppäinjärjestykset 592
Näppäimistöliitäntä 595
Ergonomia 596
Näppäimet 596
Hiiri 599
Liitäntä 599
Tarkkuus 600
Käyttöönotto 601
Hiiren toiminta 602
Painonäppäimet 605
Emulointi 606
Puhdistus 606
Äänikortti 607
Äänen käsittely 609
Äänen toisto ja nauhoitus 609
Äänen syntetisointi 610
MIDI 611
Analoginen ja digitaalinen ääni 612
Resoluutio ja näytteenottotaajuus 616
Taajuusvaste 617
Dynamiikka 618

Muisti 619
Emulointi 619
Liitännät 621
Kaiuttimet 622
Multi I/O -kortti 623
Modeemi ja faksi 624
Faksimodeemi 625
Voice-modeemi 626
Liitännät 626
Siirtonopeus 627
Päätelaitenopeus 628
Baudi 629
Virheenkorjaus ja tiedon pakkaus 629
Internet 630
ISDN 633
Päätyypit 633
Väylät 634
Analoginen laite 634
Peliohjain 635
Kuvanlukija 636
Kuvanlukijaryhmät 636
Toiminta 639
Liitännät 640
Tarkkuus 640
Värit 641
TWAIN 642
Ohjelmat 642
Digitaalikamera 644
Kuvan laatu 645
Kuvan siirto 645
Videokortti 647
Videokuvakoot 648
Mitä tarvitaan videokuvien katseluun? 649
Miksi eri esitysmuotoja? 649
Video for Windows 650
Apple QuickTime 650
Koodekit 651
Video- ja TV-kortit 652
TV-kortin yleisiä ominaisuuksia 653
TV-kuvan esitys mikron näytöllä 654
Video overlay 654
Liitännät 655
MPEG 656
MPEG 1 ja 2 657
MPEG-pakkaaminen 658
PCMCIA 660

Asennus 661
Tyypit 661
Muuta 662
Virransuojauslaitteet 663
Jännitepiikinsuojauslaite 663
Virrantasaaja 664
SPS 664
UPS 665
Virtahäiriöt 667

13. KIRJOITTIMET 669
Pääryhmät 670
Sävykuvat 671
Värikuvat 672
Matriisikirjoitin 674
Matriisikirjoittimen toiminta 674
Nopeus 675
Värinauha 676
Vetomekanismi ja paperin syöttö 676
Kirjasimet ja merkkivalikoimat 677
Värimatriisikirjoitin 677
Mustesuihkukirjoittimet 678
Mustesäiliö 679
Suutinten puhdistus 682
Kirjoituspäiden kohdistus 682
Paperin merkitys 683
Liitännät 683
Laserkirjoittimet 684
Toiminta 684
Vaihdettavat osat 687
Tarkkuus 687
Prosessori 688
Muisti 688
Nopeus 689
Liitännät 690
Virrankulutus 690
Tarkkuuden kasvattaminen 690
Kirjasimet 691
Laserkirjoittimen ohjauskielet 692
PostScript 692
PCL 693
LED- ja LCS-kirjoittimet 694
GDI-kirjoittimet 694
Lämpösiirtokirjoittimet 696

Vahasuihkukirjoitin **696**
Sublimaatiokirjoitin **697**
Kopiokonetulostin **698**
Reunan parannustekniikka **698**
Emuloinnit **700**
Kirjoitinten ohjauskielet **701**
PCL 701
CaPSL 718
PostScript 719

14. KANNETTAVAT MIKROT **723**
Näppäimistö **725**
Hiiriohjaus **725**
Näyttö **725**
Akku **726**
Liitännät **727**
PCMCIA **728**
Telakointiasema **728**

15. VERKKO **731**
Ethernet **732**
Ohut Ethernet 734
Paksu Ethernet 736
Kierretty parikaapeli 736
Nopeus 739
Token Ring **739**
Muita verkkoja **740**
Valokuitukaapeli **741**
Verkkokortti **742**
Verkkotyyppi 744
Verkkokortin valinta 744
Väylä 745
Ohjain, protokolla ja verkkokäyttöjärjestelmä 746
8-, 16- ja 32-bittiset verkkokortit 748
Älykkäät ja tyhmät verkkokortit 749

16. JUMPPERIT JA DIP-KYTKIMET **751**

17. RESURSSIT **757**

Keskeytykset 758
Systeemikeskeytykset 758
Laitteistokeskeytykset 763
Keskeytyksen käyttöesimerkki 766
Keskeytysohjaimet 767
Keskeytysten prioriteetti 768
NMI-keskeytys 769
DMA-kanava 770
DMA PC:ssä 771
DMA AT:ssa 772
DMA:n toiminta 773
Ongelmat 773
Osoitteet 774
Portit 774
Näytönohjain 775
Äänikortti 775
SCSI 775
Verkkokortti 775
Levyasemat 775
Muita 776
Resurssien tutkiminen 777
Windows 95 777
Laitteistoristiriita 778
MSD 781

18. ASENNUKSET 785
Kuinka lisäkortti asennetaan 786
Ennen kuin ostat kortin 786
Lisäkortin asetukset 788
Plug and Play 790
Lisäkortin asennus 792
Asennus DOSiin ja Windows 3.X:ään 792
Ongelmatilanteet 793
Asennus Windows 95:een 794
Plug and play -asennus 794
Ohjattu asennus 795
Asetusten muuttaminen 798
Prosessori 802
Prosessorin vaihtaminen 803
Prosessorin irroittaminen 803
Prosessorin kiinnittäminen 804
Huomioitavaa 805
Nopeustestit 806
Emolevy 807

Vaihto 808
Näyttö ja näytönohjain 810
Näyttö 810
Näytönohjain 811
Värit ja tarkkuudet 812
Levykeasema 814
Kiintolevy 817
Asentaminen ja käyttöönotto 818
Kiintolevyn SetUp-tiedot 819
Perusalustus 819
IDE-kiintolevyn asennus 820
RAM-muisti 826
Välimuisti 826
Kotelo ja virtalähde 827
Näppäimistö ja hiiri 827
CD-ROM-asema 828
CD-ROM-aseman asentaminen ja käyttöönotto 828
Modeemi 830
Modeemin asennus 830
Sisäinen modeemi 831
Ulkoinen modeemi 835
Päätelaitenopeus 839
Porttiasetukset 840
Soitto-ominaisuudet 842
Diagnostiikka 843
Kirjoittimet 845
Verkkokortti 847
Asentaminen kytkimillä 848
Ohjelmallinen asennus 852
Token Ring 856
Päivittäjän 12 käskyä 858

19. ONGELMIA ESTÄVÄ YLLÄPITO 861
Lämpötila 862
Pöly 863
Magnetismi 864
Staattinen sähkövaraus 865
Suojautuminen 865
Radiotaajuushäiriöt 866
Verkkovirta 868
Virransäästö 868
APM 869
Näyttöjen virransäästö 871

20. MIKROTUKIHENKILÖ 875

Mikrotuen osa-alueet 876
Laitteistot 877
Ohjelmistot 877
Verkko 878
Tukitoiminta 879
Koulutus 879
Kehittäminen 880
Tuottavuus 880
Muut asiat 881
Mikrotukihenkilön vaatimukset 881
Mikrotuen periaatteet 882
Tietolähteet 885

21. HINTATASOT 887

22. LISÄTIETOA MIKROPIIREISTÄ 891

Mikropiirien valmistusteknologia 892
Pii ja piisubstraatit 892
Mikropiirien valmistuksessa käytettävät perusprosessit 893
CMOS ja BiCMOS 898
Digitaalitekniikkaa 900
Johteet, eristeet ja puolijohteet 900
Aktiiviset ja passiiviset komponentit 901
Puolijohteet eli aktiiviset komponentit 901
Vastukset ja kondensaattorit eli passiiviset komponentit 910
Loogiset portit 914
Logiikkaperheet 919
TTL-perhe 919
ECL-perhe 920
CMOS-perhe 920
Integrointiaste 920
Dynaaminen RAM 922
Rakenne 922
DRAM-perusyksikön toiminta 924
Luku ja kirjoitus 924
Ajoituskaavio 925
Kehittyneet DRAM-piirit 927
FPM DRAM 927
EDO DRAM 927
Mikroprosessori 929

Toimintaperiaate 929
Osoiteavaruus 930
Osoitteen muodostus 931
Rekisterit 931
Lippurekisterit 933
CPU:n rekisterit 933
CPU:n oheispiirien ja PC:n lisäkorttien rekisterit 938
8088:n sisäinen rakenne ja toiminta 939
I/O-porttien osoitteita 943

LIITTEET 945
Käynnistyslevyke 946
DOS/Windows 3.x 946
Windows 95 948
SI-yksikköjen kerrannaiset 949
Intel-emolevyjä 950
Internet-osoitteita 952
Virhekoodit 955
Äänimerkit virhetilanteissa 956
Näppäimistökoodit 957
PC-ASCII-merkkitaulukko 959
ANSI-ohjauskoodit 960
Apumuistien teknisiä tietoja 964
Ylämuistia käyttävät kortit ja toiminnot 966
PCL-kielen komennot lyhyesti 970
CaPSL-kielen komennot lyhyesti 986
Esimerkkitiedosto PCL-, CaPSL- ja PS-muodoissa 992

SANASTO 997

HAKEMISTO 1027

JOHDANTO

Mikrotietokone koostuu useista laiteosista, joilla jokaisella on oma merkityksensä ja tehtävänsä. Laiteosien valikoima on suuri, joten samaakin tehtävää suorittavia laitteita on saatavilla hyvinkin erilaisina versioina. Toiset ovat suurempikapasiteettisempia, nopeampia tai koko toimintarakenne voi olla erilainen.

Tämän lisäksi mikroon voi hankkia erilaisia lisälaitteita. Esimerkiksi äänikortti parantaa äänenlaatua, kuvanlukija mahdollistaa kuvien luvun digitaaliseen muotoon ja kirjoitin tulostamisen.

Tässä kirjassa käsitellään mikrotietokoneen laiteosat ja oheislaitteet varsin perusteellisesti käyttäjän näkökulmasta. Asiat esitetään perustasolta kohti syvällisempää tietoa.

Kirjan lähtökohtana on opastaa käytännönläheisesti mikrotietokoneen toimintaa sekä laajentaa näkemystä yleensäkin mikrotietokoneista ja niiden käytöstä asennuksia unohtamatta.

Kenelle tämä kirja on tarkoitettu

Tämä kirja on suunnattu erityisesti PC-mikron laitetekniikasta kiinnostuneille lukijoille. Mikrotukihenkilö tai laitteista kiinnostunut löytää runsaasti lisätietoa laitteista sekä ratkaisuja mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

PC-mikron tekniikka on hyvin kiinnostava aihe, koska sillä on vastaavanlainen suhde tietokoneen toimintaan kuin autonmoottorilla auton toimintaan. Mitä paremmin ymmärtää moottorin toimintaperiaatteen, huollot ja korjaukset, sitä helpommalla usein pääsee.

Kirjan tietojen avulla on helpompi etsiä mikrosta ongelmatilanteen aiheuttanut kohta tai hankkia oikeanlainen uusi mikro tai lisälaite juuri tiettyyn tarkoitukseen.

Kirjan sisältö

Seuraavana on lyhyesti kirjan lukujen sisällön perustiedot. Suosittelemme lukemaan kirjaa pääosin sivujärjestyksessä, mutta tietoa etsittäessä jostakin mikron osakokonaisuudesta, voidaan hypätä suoraan kyseiseen lukuun.

Luku 1	Perusteet Perusteet tietokonelaitteistosta ja mikron käynnistämisestä. Lisäksi luku kertoo mikrotietokoneen hankinnasta, multimediamikrosta ja eri käyttöjärjestelmistä.
Luku 2	Keskusyksikkö ja kotelo Keskusyksikön sisältämät laiteosat ja kotelotyypit.
Luku 3	Emolevy Emolevyn merkitys ja osat.
Luku 4	Prosessorit Prosessorien toiminta, merkitys, rakenne ja eri prosessorityypit. Mukana myös matematiikkaprosessorit.
Luku 5	Muisti RAM-, ROM- ja välimuistin merkitys, rakenne, ryhmät sekä muistipiirit ja -moduulit.
Luku 6	Väylä Mikron väylien toiminta ja merkitys. Mukana myös SCSI.
Luku 7	Virtalähde Virtalähteen merkitys, rakenne ja liittimet.
Luku 8	Apumuistit Erilaisten levy- ja nauha-asemien toiminta ja tehtävät. Apumuisteissa säilytetään tiedot, silloin kun mikrossa ei ole virtaa päällä.

Luku 9	Näytönohjain Näytönohjaimen standardit, osat, merkitys ja toiminta. Lisäksi luvussa on tietoa muun muassa kuvataajuuksista, -tarkkuuksista ja 3D-toiminnoista.
Luku 10	Näyttö Näyttöjen koot, taajuudet, tarkkuudet ja toiminta. Lisäksi luvussa on tietoa muun muassa näyttösäteilystä ja virransäästöstä.
Luku 11	Liitännät Sarja- ja rinnakkaisliitäntöjen käyttökohteet ja perustoiminnot. Lisäksi luvussa käsitellään uudempia liitäntämenetelmiä kuten esimerkiksi USB.
Luku 12	Oheislaitteet Luku esittelee kaikki yleisimmät oheislaitteet äänikortista modeemiin ja hiirestä kuvanlukijaan.
Luku 13	Kirjoittimet Yleisimpien kirjoittimien toiminnat ja käyttökohteet. Lisäksi luvussa on tietoa tulostustekniikoista ja -kielistä.
Luku 14	Kannettavat mikrot Luvussa kerrotaan mikä on kannettava mikro sekä sen laiteosat.
Luku 15	Verkko Aluksi kerrotaan hieman eri verkkoratkaisuista, jonka jälkeen siirrytään verkkokorttiin.
Luku 16	Jumpperit ja DIP-kytkimet
Luku 17	Resurssit Keskeytysten, DMA-kanavien ja I/O-osoitteiden merkitys, toiminta ja niiden käyttö.
Luku 18	Asennukset Miten mikron käyttöä voidaan tehostaa sekä vanhentuneita laiteosia voidaan vaihtaa uusiin. Luvussa on myös lisäkortin asennusohjeet ja Plug and Play -toiminta Windows 95:ssä.

Luku 19	Ongelmia estävä ylläpito Tässä luvussa käsitellään asioita, jotka tiedostamalla pidennetään laitteiden käyttöikää ja estetään tahattomat laitevauriot.
Luku 20	Mikrotukihenkilö Mikrotukihenkilölle kuuluvia tehtäviä ja asioita, joita on syytä miettiä, jotta verkkoympäristö toimii ongelmitta.
Luku 21	Hintatasot Tässä luvussa on yleistä asiaa mikrojen hintojen voimakkaasta laskusta sekä nopeuden ja kapasiteettien noususta.
Luku 22	Lisätietoa mikropiireistä Tässä luvussa käsitellään ensiksi mikropiirien valmistusteknologian perusteet sekä hiukan yleistä tietoa digitaalitekniikasta. Näiden jälkeen opastetaan dynaamisen RAM-muistin ja mikroprosessorin toimintaa.
Liitteet	Erilaisia listoja, taulukoita ja opastuksia laitteista ja niihin liittyvistä asioista.
Sanasto	Aakkosellinen sanasto kirjassa esitetyistä yleisimmistä termeistä ja lyhenteistä.

CD-levy

Kirjan mukana on CD-levy, jossa on useita erilaisia apu- ja hyötyohjelmia. Ohjelmat on ryhmitelty omiin hakemistoihinsa, esimerkiksi muistiin liittyvät ohjelmat ovat omassa hakemistossaan ja kirjoittimiin liittyvät ohjelmat omassa hakemistossaan.

CD-levyn juurihakemistossa on **LUE.TXT**-tiedosto, jossa on kerrottu ohjelmien sijainnit ja perustiedot. Jokaisen ohjelman perässä on myös tieto, missä käyttöjärjestelmässä se toimii.

Pieni osa ohjelmista on pakatussa muodossa, koska niiden ohjelmien nimissä on käytetty pitkiä tiedostonimiä. CD-levy on tehty ISO 9660 -standardilla, joka ei tue pitkiä tiedostonimiä. ISO 9660:aa on käytetty siksi, että CD-levy toimisi kaikissa käyttöjärjestelmissä. CD-levyllä on ohjelmien pakkaus- ja purkuohjelmat.

CD-levyllä olevat ohjelmat ovat ilmais- tai shareware-ohjelmia, joiden käytöstä on kerrottu tarkemmin ohjelmien omissa tiedostoissa. Suosittelemme shareware-idean mukaisesti kaikkien hyviksi havaittujen ohjelmien rekisteröimistä, kun niiden käyttö on jatkuvaa. Suomen Atk-kustannus ei vastaa CD-levyllä olevista tuotteista eikä niiden sisällöstä.

Kirjoittajat

Kirja on syntynyt kolmen kirjoittajan yhteistyön tuloksena, jotka ovat olleet tietotekniikan parissa mikrotietokoneiden historian ajan. Kirjoittajat ovat kirjoittaneet myös lukuisia muita tietotekniikkakirjoja sekä erilaisia tietotekniikan artikkeleita alan lehtiin.

Kiitämme kaikkia lähiomaisia ja tuttujamme tämän pitkän projektin ajalta. Kiitämme erityisesti myös Tero Piippasta osuudestaan mikropiirien syvällisempään tekniikkaan liittyvissä asioissa.

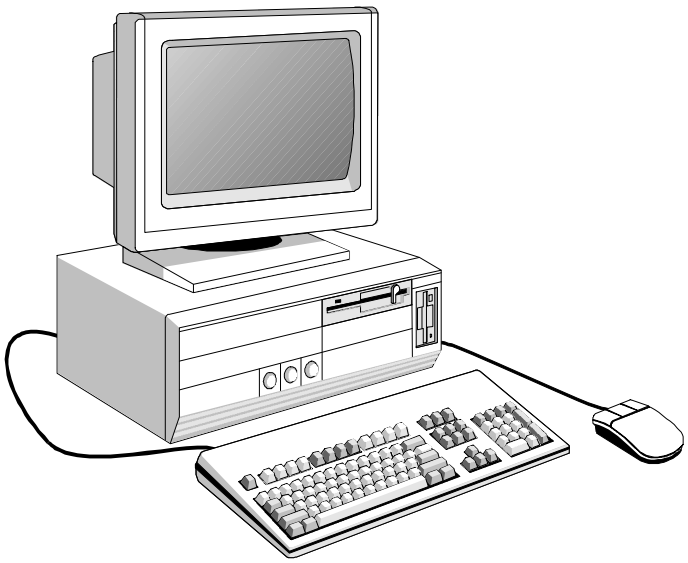
7. päivitetty painos

Espoo - Helsinki - Äänekoski
4.9.97

Reima Flyktman - Tapani Lahtinen - Timo Rousku

1. PERUSTEET

Mikrotietokone on laite, jolla suoritetaan erilaisia tietojen käsittelytehtäviä. Esimerkiksi tekstinkäsittely, kortistoinnit, laskentatehtävät, piirtäminen ja pelit ovat yleisimmät tietokoneella tehtävät toiminnot.



Kuva: Mikrotietokone.

Mikrotietokoneita on lukuisia erilaisia. Tässä kirjassa keskitytään PC-tietokoneisiin, joissa on samankaltaiset osat ja ennenkaikkea samat ohjelmat toimivat niissä. PC-tietokoneita valmistavat useat eri valmistajat ja mikrot näyttävät hieman erilaisilta. Mikrotietokoneiden kokoonpanot vaihtelevat, mutta samat ohjelmat ja lisälaitteet toimivat niissä kaikissa.

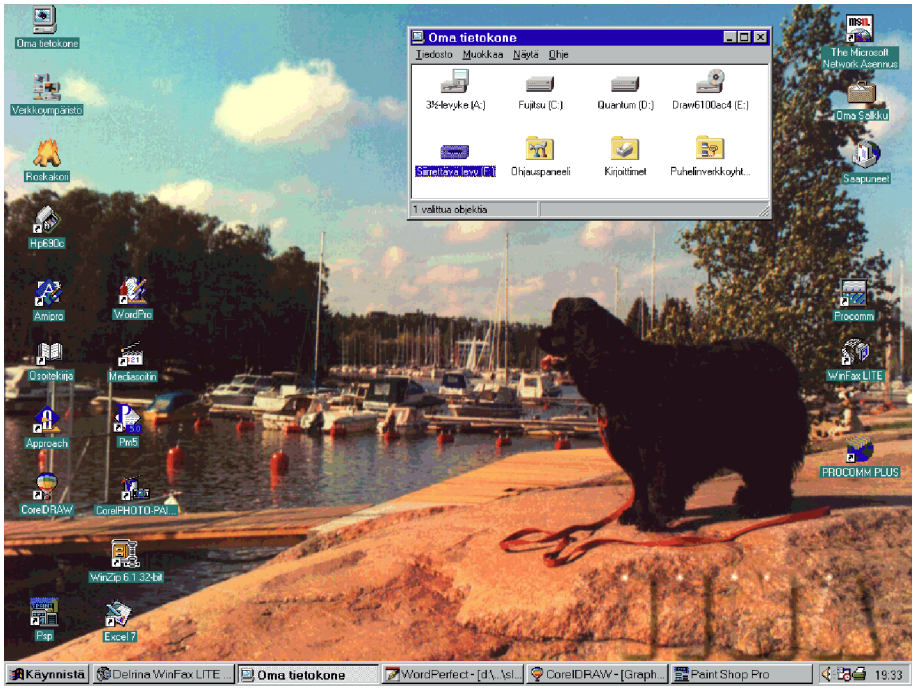
Lisäksi kannettavat PC-mikrotietokoneet ovat oma ryhmänsä. Ne ovat pieniä ja helposti mukana kuljetettavia. Ne toimivat sekä akku- tai verkkovirralla ja uusissa kannettavissa on harmaasävy- tai värinäyttö, joka on toteutettu LCD-tekniikalla.

Mikrotietokoneen käyttö vaatii jonkin verran tietämystä tietokoneen eri osa-alueilta. Opastamme laitetekniikan aivan perusteet tässä luvussa. Sen jälkeen tutustumme asioihin hieman yksityiskohtaisemmin. Kun tuntee tietokoneen toimintaperiaatteen, on kaikenlainen toiminta mikron kanssa helpompaa.

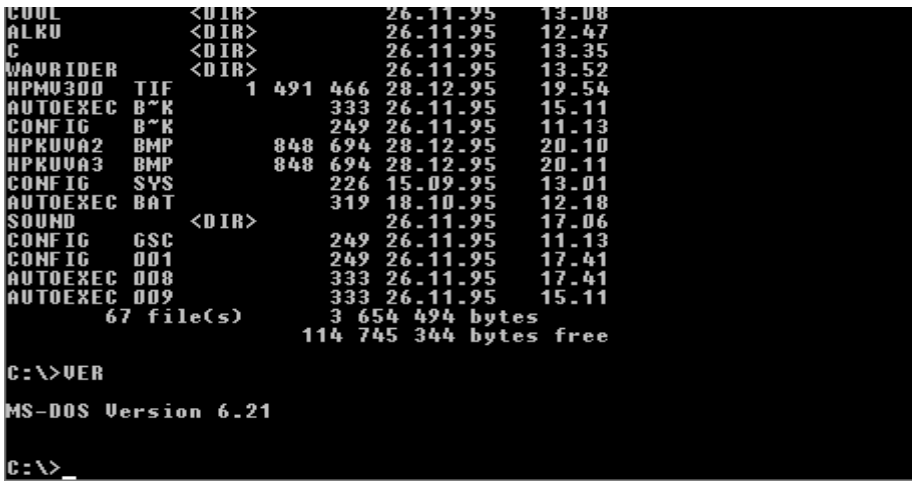
Mikrotietokoneen toimintojen kolme pääryhmää ovat:

- Käyttöjärjestelmä
- Laitteisto
- Ohjelmat

Käyttöjärjestelmä *(Operating System)* huolehtii laitteiden perustoiminnoista. Sen avulla käyttäjä kommunikoi tietokoneen kanssa.



Windows 95 -käyttöjärjestelmä

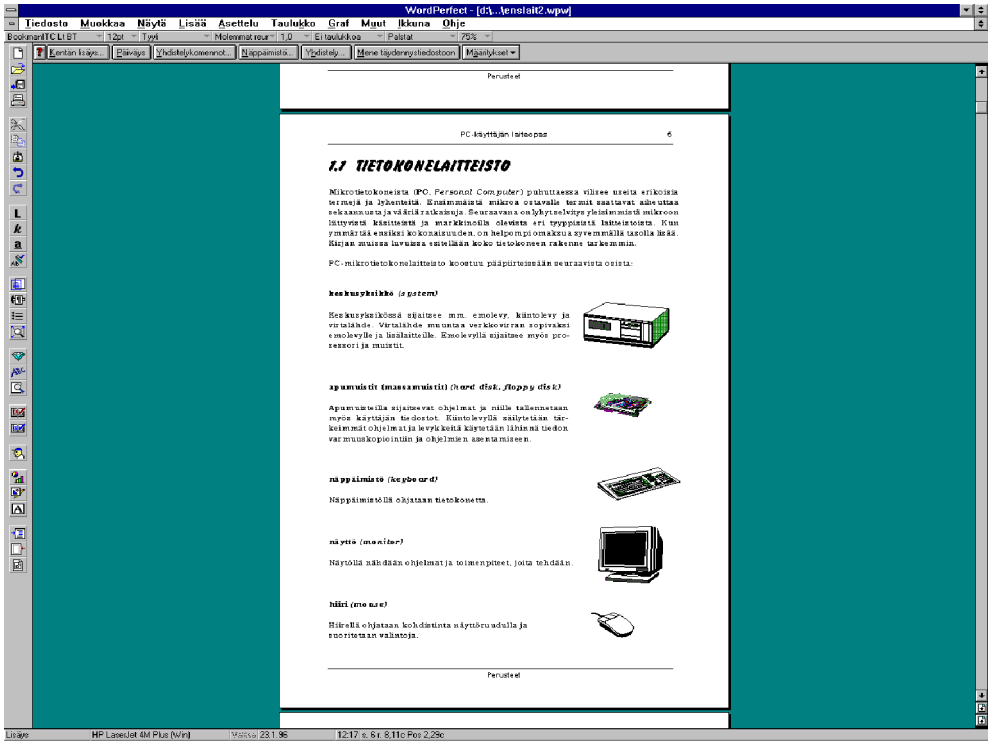


MS-DOS-käyttöjärjestelmä

Laitteisto *(Hardware)* käsittää kaikki fyysiset, aineesta tehdyt osat.

Esimerkiksi näyttö ja kiintolevy ovat laitteistoa. Tämä kirja käsittelee pääasiassa laitteistoa, mutta joukossa on tietoa myös muista siihen liittyvistä asioista.

Ohjelmien *(Software)* avulla tehdään varsinaiset työtehtävät. Esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmalla kirjoitetaan kirjeitä ja dokumentteja.



Kuva: WordPerfect-tekstinkäsittelyohjelma.

Tässä ensimmäisessä luvussa tutustutaan perustasolla käyttöjärjestelmään, mikroon ja oheislaitteisiin, mikron käynnistämiseen ja hankintaan. Seuraavissa luvuissa keskitytään syvällisesti laitteisiin, niiden toimintaan ja vaikutukseen mikrossa kokonaisuutena.

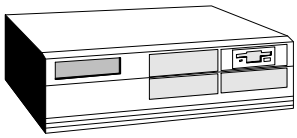
Kirjassa käsitellään PC-mikroja, joissa on Intel- tai yhteensopiva mikroprosessori. Muita yleisiä mikrotietokoneita ovat muun muassa Macintosh- ja Amiga-mikrotietokoneet. Näiden ohjelmat eivät toimi PC-mikroissa ja laitteet ovat yhteensopimattomia varsinkin Amigoissa. Macintoshin SCSI-laitteet ovat yhteensopivia PC-mikroissa.

Tietokonelaitteisto

Mikrotietokoneista (**PC**, *Personal Computer*) puhuttaessa vilisee useita erikoisia termejä ja lyhenteitä. Ensimmäistä mikroa ostavalle termit saattavat aiheuttaa sekaannusta ja vääriä ratkaisuja. Seuraavana on lyhyt katsaus yleisimmistä mikroon liittyvistä käsitteistä ja markkinoilla olevista eri tyyppisistä laitteistoista. Kun ymmärtää kokonaisuuden, on syvällisemmänkin tiedon omaksuminen helpompaa. Kirjan muissa luvuissa esitellään koko tietokoneen rakenne tarkemmin.

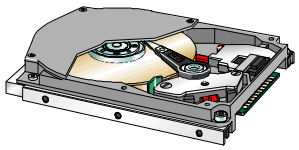
PC-mikrotietokonelaitteisto koostuu pääpiirteissään seuraavista osista:

Keskusyksikkö



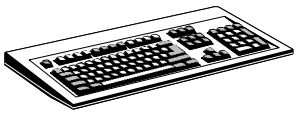
Keskusyksikössä sijaitsee muun muassa emolevy, kiintolevy ja virtalähde. Emolevyllä sijaitsee myös prosessori ja muistit.

Apumuistit



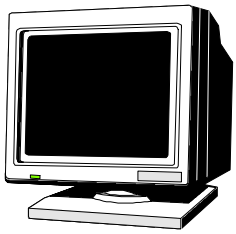
Apumuisteilla sijaitsevat ohjelmat ja niille tallennetaan myös käyttäjän tiedostot. Kiintolevyllä säilytetään tärkeimmät ohjelmat ja levykkeitä käytetään lähinnä tiedon varmuuskopiointiin ja ohjelmien asentamiseen.

Näppäimistö



Näppäimistöllä syötetään tietoja ja annetaan ohjauskomentoja mikrolle.

Näyttö



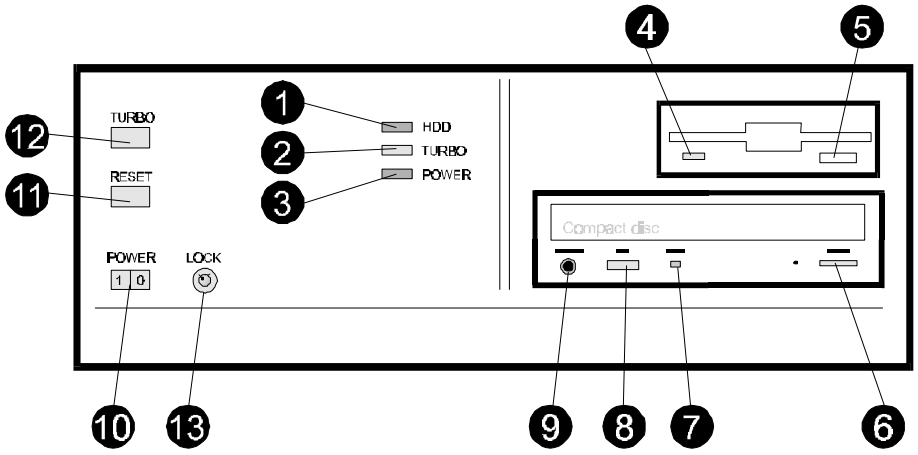
Näytöllä nähdään ohjelmat, tapahtumat, tulokset ja toimenpiteet, joita tehdään.

Hiiri

Hiirellä ohjataan kohdistinta näyttöruudulla ja suoritetaan muun muassa tiedon ja asetusten valintoja.

Mikro ulkopuolelta

Seuraavana esitellään tyypillisen mikron keskusyksikön merkkivalot, katkaisijat ja liittimet. Keskusyksikkö on rakennettu peltiseen koteloon, joita on erimallisia. Ensimmäisenä käsitellään mikron kotelon etupaneeli. Tässä tapauksessa keskusyksikköön on asennettu myös CD-ROM-asema.



1	**Kiintolevyn merkkivalo**	Syttyy, kun kiintolevy lukee tai kirjoittaa tietoa.
2	**Turbo-merkkivalo**	Syttyy, kun turbonappi painetaan pohjaan. Mikron kellotaajuus on tällöin suurimmillaan. Kun nappia painetaan uudestaan, on kellotaajuus jälleen pienempi. Tällä napilla ei nykymikroissa ole käyttöä.
3	**Virran merkkivalo**	Syttyy, kun tietokoneeseen kytketään virta.
4	**Levykeaseman merkkivalo**	Syttyy, kun levykeasema lukee levykkeeltä tai kirjoittaa tietoa levykkeelle.
5	**Levykkeen poistopainike**	Painiketta painettaessa levyke poistuu levykeasemasta.
6	**CD-ROM-aseman kelkka**	Nappia painamalla kelkka työntyy esiin, jolloin CD-levy voidaan asettaa tai ottaa pois.
7	**CD-ROM-aseman merkkivalo**	Syttyy, kun CD-ROM-asema lukee tietoa CD-levyltä.
8	**Äänenvoimakkuussäädin**	Kun CD-ROM-asemassa olevaa CD-ääni-

levyä kuunnellaan kuulokkeilla kuulokeliittimen kautta, voidaan tästä säätää äänenvoimakkuus.

9 Kuulokeliitin CD-ROM-asemassa olevaa CD-äänilevyä voidaan kuunnella kytkemällä kuulokkeet tähän.

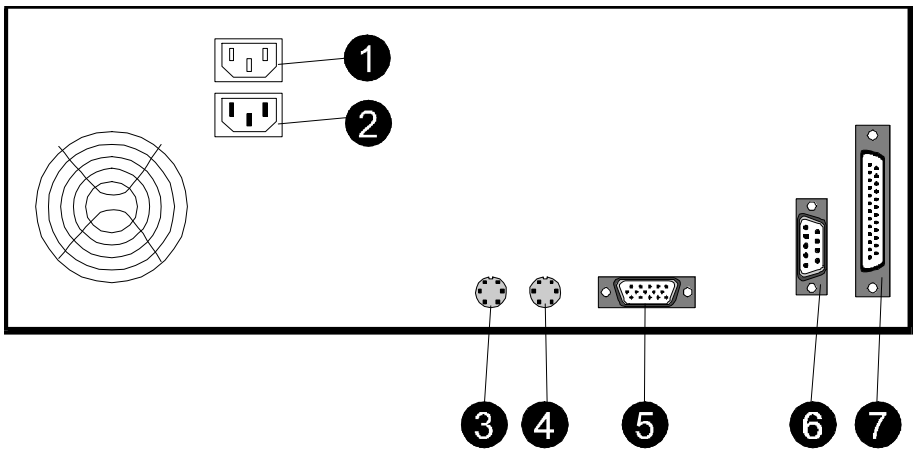
10 Virtakytkin Kytkee ja katkaisee tietokoneen virran.

11 RESET-kytkin Käynnistää mikron uudelleen katkaisematta laiteosien virtaa.

12 TURBO-kytkin Mikron kellotaajuuden vaihto normaalista hitaampaan ja päinvastoin.

13 Lukko Useiden mikrojen kotelossa on lukko, jolla saadaan estettyä kotelon avaaminen tai jopa näppäimistön käyttö. Avain saattaa olla yksilöllinen tai sama avain saattaa käydä kaikkiin samalla kotelolla oleviin mikroihin. Tällaiseen lukkoon ei kannata siis luottaa.

Mikrojen takapaneelien liittimet ja niiden paikat vaihtelevat malleista riippuen. Seuraavana esitetään kaksi erilaista vaihtoehtoa, joissa näppäimistö- ja hiiriliitännät ovat erilaisia. Ensimmäisenä esitellään uusissa mikroissa oleva tyypillinen vaihtoehto.



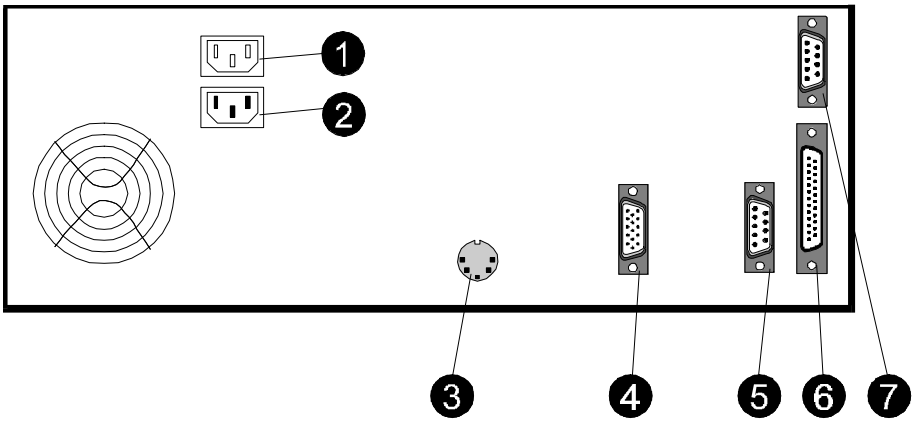
1 Virtajohdon paikka Tähän kytketään virtajohto pistorasiasta.

2 Virtajohdon paikka Tähän kytketään näytön virtajohto. Näy-

tön virtajohto voidaan kytkeä myös suoraan pistorasiaan. Huomaa, että virtajohdot ovat erilaiset.

3	**Näppäimistöliitäntä**	Tähän kytketään PS/2-liittimellä oleva näppäimistö.
4	**Hiiriliitäntä**	Tähän kytketään PS/2-liittimellä oleva hiiri.
5	**Näytön liitin**	Tähän kytketään näyttöön menevä VGA-kaapeli.
6	**Sarjaportti 1 (COM1)**	Tähän voidaan kytkeä sarjaliitäntää käyttävä laite, esimerkiksi modeemi.
7	**Rinnakkaisliitin (LPT1)**	Tähän kytketään kirjoitin.

Tässä mallissa näppäimistöliitäntäkokona on perinteinen iso liitinmalli ja hiiriliitäntänä 9-piikkinen D-liitin.

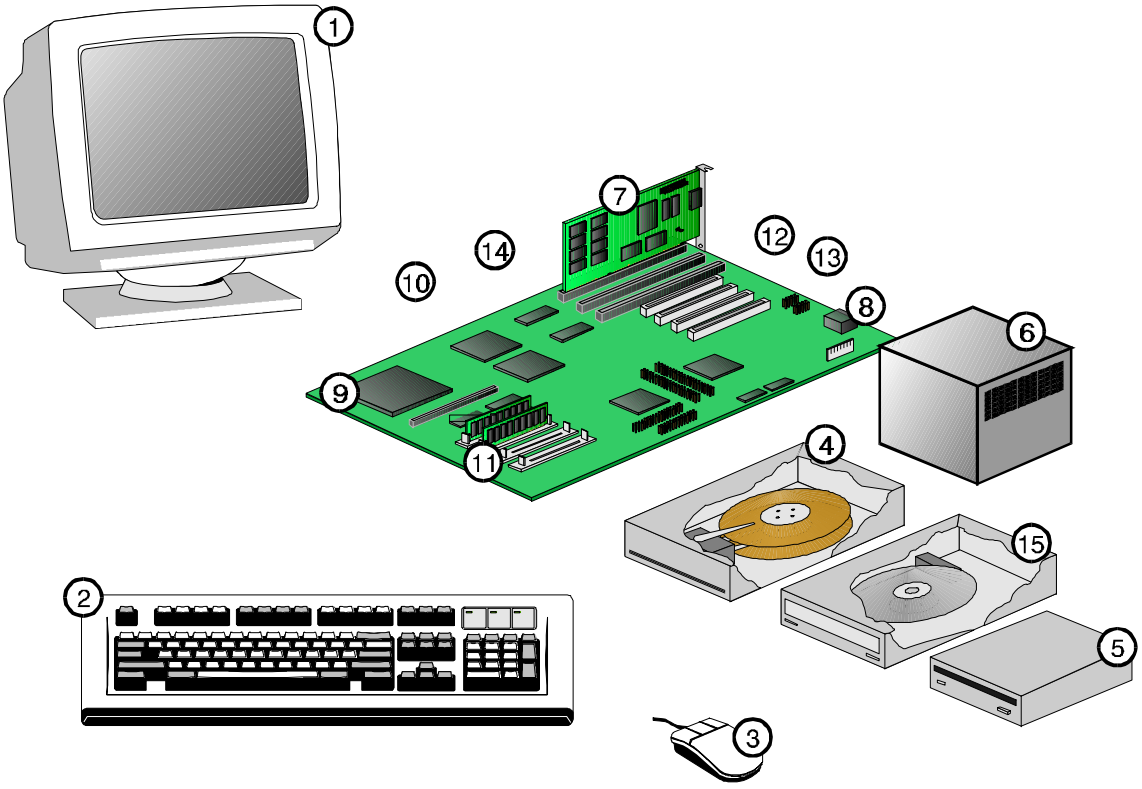


1	**Virtajohdon paikka**	Tähän kytketään virtajohto pistorasiasta.
2	**Virtajohdon paikka**	Tähän kytketään näytön virtajohto. Näytön virtajohto voidaan kytkeä myös suoraan pistorasiaan. Huomaa, että virtajohdot ovat erilaiset.
3	**Näppäimistöliitäntä**	Tähän kytketään DIN-liittimellä oleva näppäimistö.

4	**Näytön liitin**	Tähän kytketään näyttöön menevä VGA-kaapeli.
5	**Sarjaportti 1 (COM1)**	Tähän kytketään hiiri.
6	**Rinnakkaisliitin (LPT1)**	Tähän kytketään kirjoitin.
7	**Sarjaportti 2 (COM2)**	Tähän voidaan kytkeä sarjaliitäntää käyttävä laite, esimerkiksi modeemi.

Mikro sisäpuolelta

PC-mikrotietokonelaitteisto kotelo avattuna koostuu pääpiirteissään seuraavista osista:



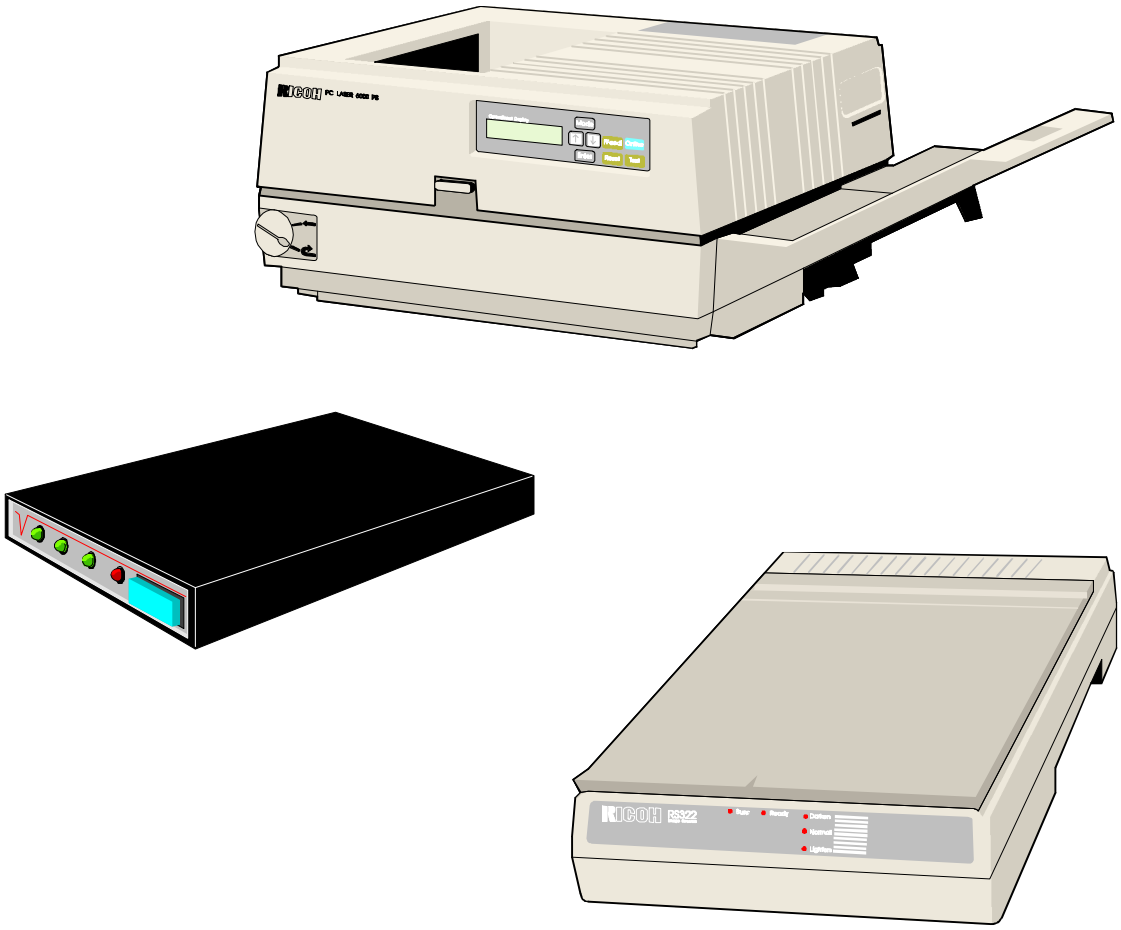
1 Näyttö
2 Näppäimistö
3 Hiiri
4 Kiintolevy
5 Levykeasema
6 Virtalähde
7 Näytönohjain
8 Näppäimistöliitäntä
9 Prosessori
10 BIOS-piirit
11 Muisti
12 Väylät
13 Sarja-, rinnakkais- ja levyliitännät
14 Oheispiirit
15 CD-ROM-asema

Näistä laiteosista kerromme tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Oheislaitteet

Edellisten lisäksi käytössä saattaa olla oheislaitteita kuten

- Kirjoitin (*Printer*)
- Modeemi, faksimodeemi (*Modem, Faxmodem*)
- Piirturi (*Plotter*)
- Kuvanlukija (*Scanner*)
- Äänikortti (*Sound card*)
- CD-ROM-asema (*CD-ROM-drive*)
- Nauha-asema (*Streamer, Tape Drive*)



Kuva: Muutamia oheislaitteita kuten laserkirjoitin, modeemi ja kuvanlukija.

Mikron asentaminen

Nyt olemme tutkineet mikroa hieman ulko- ja sisäpuolelta. Tässä vaiheessa tiedämme minkälaisista osista mikro koostuu, joten kokoonpanon asentaminen onnistuu varmastikin helposti.

Lähes jokaisen mikron mukana tulee omat asennusohjeet. Tutustumme kuitenkin yleisiin asennusperiaatteisiin, joiden avulla kokonaisuuden hahmottaminen on helpompaa.

Käytä edellisten lukujen kuvia hahmottamaan liittimien ulkonäköä ja niiden paikkoja keskusyksikössä. Huomaa, että keskusyksikön liittimet ovat sen takana eikä etupuolella.

Perustietoa

Kytke kaapelien liittimet painamalla ne suoraan vastakappaleeseen kiinni. Vinossa painettava liitin saattaa vääntää sen piikkejä ja rikkoa liittimen.

Joissakin kaapeleissa on ruuvikiinnitykset, jolloin liitin pysyy tiukasti kiinni paikallaan. Ruuvikiinnitys voi olla joko sormin tai ruuvimeisselillä pyöritettävä.

Katso tarkasti kuinka päin laitat liittimen kiinni. Esimerkiksi, jos näppäimistöliitin asennettaan väärinpäin, liitin ei mene perille asti, mutta piikit saattavat siinä vääntyä. Näppäimistöliittimen yläreunassa on lovi, josta näet sen oikean asennon. D-liittimissä toinen reuna on kapeampi, josta näet oikean asennon.

Varo kiinnittämästä näyttökaapelin liitintä 9-piikkiseen D-sarjaliittimeen. Niissä on eri määrä piikkejä, jolloin ne vääntyvät ja rikkoutuvat varmasti.

Vertaa aina ennen kytkemistä liittimen päätä ja vastakappaleen liittimen päätä. Jos ne eivät näytä sopivan toisiinsa, älä yritä kytkeä niitä.

Kaapelit

Kun mikron pahvilaatikot ovat edessäsi, avaa ne ja aseta laitteet lattialle varovasti. Esimerkiksi näyttö saattaa helposti pudota styrox-kappaleiden välistä ja särkyä.

Pahvilaatikkojen avaamisen jälkeen lattialla on useita laitteita ja kaapeleita. Siirrä näyttö, näppäimistö ja hiiri pöydälle. Aseta keskusyksikkö lattialle tai pöydälle.

Jos levykeasemassa on pahvinen suojalevy, poista se nyt. Aseta näppäimistön ja hiiren kaapelit keskusyksikköön. Jos liitännät on merkitty, on niiden paikan löytäminen helppoa. PS/2-liittimillä olevat kaapelit eivät sovi vääriin paikkoihin, ainoastaan näppäimistö ja hiiri voivat mennä ristikkäin. Tarkista paikkojen oikeellisuus laitteen käsikirjasta tai liittimien vieressä olevista merkinnöistä.

Isolla näppäimistöliitännällä oleva kaapeli sopii vain yhteen oikeaan paikkaan. 9-piikkinen D-hiiriliitin sopii sitävastoin joko sarjaportti 1:een tai 2:een. Tarkista, että asetat sen nimenomaan sarjaportti 1:een (COM1).

Kytke näytönohjaimen VGA-kaapeli keskusyksikköön. Tälle 15-piikkiselle D-liittimelle löytyy vain yksi paikka. Joissakin näytöissä näytönohjainkaapeli on näytössä jo kiinni, toisissa malleissa se on kiinnitettävä keskusyksikön lisäksi myös näyttöön.

Jos käytössäsi on äänikortti, kytke kaiuttimien johto äänikortin Speaker-liitäntään.

Kirjoitin kytketään rinnakkaisliitännällä keskusyksikön 25-piikkiseen D-rinnakkaisliitäntään (Centronics, LPT1). Kytke kirjoittimen virtajohto pistorasiaan.

Kytke vasta viimeisenä virtajohdot näyttöön ja keskusyksikköön. Varmista vielä sitä ennen, että virtakytkin on pois päältä (= Off). Keskusyksikön virtajohdon toinen pää kytketään seinän pistorasiaan. Näytön virtajohdon toinen pää kytketään joko keskusyksikköön tai seinän pistorasiaan. Katso minkälainen pää johdossa on, josta näet kumpaan paikkaan se on tarkoitettu kytkeä.

Vasta nyt voit käynnistää mikron etupaneelin virtakytkimestä. Joskus virtakytkin voi sijaita myös kotelon sivulla.

Ja lopuksi vielä varoitus, jota on syytä noudattaa.

Älä koskaan kytke kaapeleita kun mikrossa on virta päällä.
Sekä keskusyksikkö että kytkettävä laite saattavat vaurioitua.

Mikron käynnistäminen

Mikrotietokonelaitteisto käynnistetään kytkemällä virta ensin näyttöön ja mahdollisiin oheislaitteisiin virtakytkimistä. Viimeisenä käynnistetään keskusyksikkö. Tällä tavalla mahdollistetaan kaikkien oheislaitteiden löytyminen keskusyksikön käynnistyessä. Laitteissa olevat merkkivalot osoittavat virran olevan päällä.

Kun mikroon kytketään virta, testaa laite itse toimintansa, muun muassa muistin määrän. Kyseessä on POST-testi (*Power-On-Self-Test*) eli itsetestaus virran kytkemisen jälkeen. Tällöin laitteisto tarkistaa kaikkien perusosiensa toiminnan ja jatkaa ainoastaan siinä tapauksessa, että virheitä ei ole esiintynyt.

Mikäli esimerkiksi näppäimistön johto on irti, tulostuu siitä virheilmoitus näyttöön. Mikäli virheilmoitus ilmestyy näyttöön, korjaa virhe ja yritä uudelleen. Lisätietoja eri virheilmoituksista löydät koneesi mukana tulevasta käsikirjasta sekä seuraavasta taulukosta. Jos virhe ei ole vakava, voit ohittaa sen useimmissa mikroissa painamalla funktionäppäintä **F1**.

VIRHEKOODI JA SELVITYS

01x	Selvittämätön virhetilanne
02x	Virtalähde
1xx	Emolevy
2xx	RAM-muisti
3xx	Näppäimistövirhe
4xx	Yksivärinäyttö
5xx	Värinäyttö
6xx	Levykeasema
7xx	Matematiikkaprosessori
9xx	Rinnakkaisliitännässä oleva kirjoitin
10xx	Rinnakkaisliitäntäsovitin
11xx	Asynkroninen tietoliikennesovitin
12xx	Vaihtoehtoinen asynkroninen tietoliikennesovitin
13xx	Peliohjainsovitin
14xx	Kirjoitin
15xx	SDLC-tietoliikennesovitin
16xx	Näytön jäljittelijän virhe
17xx	Kiintolevy
18xx	I/O-laajennusliitäntä
19xx	3270 PC -sovitin
20xx	BSC-sovitin

Samassa yhteydessä tarkistetaan myös RAM-muistin toiminta ja sen määrä. Siitä osoituksena näet näytön vasemmassa yläkulmassa kasvavat numerot.

```
6444444444444444444444444444U
5 4096 KB
5
5
```

Tässä tapauksessa mikrossa on muistia 4096 kt (kilotavua) eli 4 Mt (megatavua). Huomaa, että yksi kilotavu on 1024 tavua, josta johtuen summa on 4096 eikä 4000 (4 * 1024 = 4096).

Englannin kielessä käytetään kilotavusta ja megatavusta lyhenteitä KB (kilobyte) ja MB (megabyte).

Laitteiston käynnistämisen yhteydessä käytetään myös ääniä toimivuuden osoittamiseen. Mikäli käynnistyksen yhteydessä kuuluu yksi terävä piippaus ja kone käynnistää käyttöjärjestelmän, on kaikki oikein. Joissakin mikroissa piippauksia saattaa olla kaksi.

Kun testit on läpikäyty, ladataan käyttöjärjestelmä kiintolevyltä keskusmuistiin.

Kun kaikki aloitukseen liittyvät toimenpiteet on suoritettu, saat näkyville DOS-käyttöjärjestelmässä kehotteen ja graafisissa käyttöjärjestelmissä tulevat kuvakkeet ja kohdistimen kursori näkyviin.

```
6444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444
5
5 C:\>_
5
```

Kehote (*Prompt*) on ilmoitus siitä, että käyttöjärjestelmä on valmis vastaanottamaan komentoja.

Mikro voi DOSin käynnistyksen jälkeen käynnistää automaattisesti **Windows**in, jos komento on lisätty AUTOEXEC.BAT-tiedostoon. Jos kehote jää näyttöön, voit käynnistää Windowsin kirjoittamalla WIN ja painamalla Enter.

Windows 95 -käyttöjärjestelmä käynnistyy itse suoraan graafiseen tilaan. Komentokehotevaihetta ei tule lainkaan.

Kun mikro ei käynnisty

Kun joku päivä kytket virran mikroon, huomaat, että käynnistyminen ei tapahdukaan kuten ennen. Mikro saattaa olla täysin mykkä tai sieltä saattaa kuulua erilaisia piippausääniä. Tässä luvussa on erinäisiä ohjeita siihen, miten tutkia ja mitä toimenpiteitä voidaan tehdä vian korjaamiseksi.

Jos olet asentanut mikroon jonkin uuden laitteen, tutki ensimmäisenä sen asetukset ja kiinnitykset. Muutoin tässä luvussa oletetaan, että mikroon ei ole asennettu mitään sen jälkeen kun se vielä toimi.

Kuuntele mikron ääniä

Kun mikro käynnistetään, pitää siitä kuulua erinäisiä ääniä. Jos mitään ei kuulu, edes virtalähteen tuuletin ei pyöri, tutki onko virtakaapeli kiinni ja onko se ehjä. Tuulettimen pyörimisen voit varmistaa myös laittamalla käden tuulettimen taakse, jolloin ilmavirran liikkumisen pitäisi tuntua.

Jos tuuletin pyörii, tulee mikroon virtaa. Tällöin on kuunneltava, tuleeko kiintolevyistä ääniä. Ne pitävät suhisevaa ja rapisevaa ääntä käynnistyessään normaalisti. Jos kiintolevyt ovat hiljaisia, saattaa virtalähde olla vioittunut.

Jos mikrosta kuuluu erinäisiä piippauksia, tarkasta tämän kirjan liitteistä piippauskoodin merkitys. Sen avulla voidaan päätellä onko kyseessä esimerkiksi näytönohjaimen vai emolevyn vioittuminen. Jos vika on esimerkiksi näytönohjaimessa, niin irroita se ja laita uudestaan paikalleen. Saattaa olla, että kosketus liitäntäpaikkaan on ajan kuluessa heikentynyt hapettumisen myötä.

Kaapelit ja lisäkortit

Jos mikron käynnistymisessä on ongelmia, tarkista kaapelit aina ensimmäiseksi. Sekä mikron ulko- että sisäpuolella olevat kaapelit saattavat löystyä kiinnityspaikastaan ajan myötä. Paina jokainen kaapeli paikalleen ja käynnistä mikro uudestaan.

Paina samalla myös jokainen lisäkortti varmasti liitäntäpaikan pohjaan kiinni. Ota ne tarvittaessa pois ja asenna uudestaan.

Tarkasta samalla myös, että virtalähteestä emolevylle tulevat virtakaapelit ovat kunnolla kiinni.

Näyttö on pimeä

Jos mikro tuntuu käynnistyvän normaalisti, mutta näyttöön ei tule kuvaa, tutki seuraavat asiat.

- Näytön virtakaapeli on kiinni.
- Näytön virtakytkin on oikeassa asennossa.
- Näytön VGA-kaapeli on kiinni sekä näytössä että näytönohjaimessa.
- Jos käytät BNC-kaapeleita, tarkasta että näyttö on asetettu kyseiseen tilaan. Tämä valinta tehdään näytön painonapeilla.
- Tarkasta, että kirkkaus- ja kontrastisäätimet eivät ole ääriasennossa.

Muistin laskenta keskeytyy

Kun mikro käynnistetään, näkyy keskusmuistin laskenta megatavuina näytön vasemmassa yläreunassa.

Jos mikro jumiutuu ennen muistin laskennan aloitusta, on vika todennäköisesti irronneissa tai viallisissa muistipiireissä. Irroita muistipiirit tai -moduulit ja laita ne takaisin paikalleen. Käynnistä mikro ja katso, onnistuuko muistinlaskenta nyt.

Jos näyttöön tulee ilmoitus INVALID CONFIGURATION tai INVALID SETUP, siirry laitteiston SetUp-ohjelmaan ja korjaa mahdolliset virheet. Uusissa mikroissa SetUp-ohjelmassa ei voida muuttaa muistiasetuksia. Tällöin jokin muisteista on todennäköisesti vioittunut.

Levyvirheet

Joskus käynnistysongelma johtuu kiintolevystä. Jos kiintolevy ei pidä mitään ääntä tai sieltä kuuluu vain epämääräistä lonksahdus-ääntä, on kiintolevy todennäköisesti rikkoutunut. Useimmissa virhetilanteissa näytölle tulee virheilmoitus.

General failure error reading drive C:

BIOS ei pysty lukemaan kiintolevyn käynnistyssektoria. Vika saattaa johtua viruksesta tai sektorin vioittumisesta. Jos kiintolevy ei ole fyysisesti rikkoutunut, saattaa käynnistyssektorin uudelleenkirjoittaminen palauttaa kiintolevyn toimintaan. Toimi siis seuraavasti:

- Käynnistä mikro levykkeen avulla, joka on tarkoitettu järjestelmän käynnistämiseen. Katso tämän kirjan liitteestä Käynnistyslevyke-luku.

- Käynnistä FDISK-ohjelma kirjoittamalla FDISK /MBR ja painamalla Enter-näppäintä. /MBR-parametrilla FDISK-ohjelma suorittaa vain käynnistyssektorin uudelleen teon. Jos parametria ei anneta, käynnistyy FDISK perustilaansa valikkoineen kaikkineen.

- Poista käynnistyslevyke levykeasemasta ja käynnistä mikro uudelleen.

Non-system disk or disk error

Tarkasta, että levykeasemaan ei ole jäänyt levykettä, jossa ei ole käyttöjärjestelmän käynnistystiedostoja. Poista levyke ja paina jotain näppäintä jatkaaksesi.

Jos levykeasemassa ei ole levykettä, on kiintolevyllä jokin ongelma. Voit yrittää seuraavaa:

Käynnistä mikro levykkeen avulla, joka on tarkoitettu järjestelmän käynnistämiseen. Katso tämän kirjan liitteestä Käynnistyslevyke-luku.

- Siirry A:-asemalle (kirjoita A: ja paina Enter), jos et ole jo siinä.
- Kirjoita SYS C: ja paina Enter. Tämä komento kopioi IO.-SYS-, MSDOS.SYS- ja COMMAND.COM-tiedostot kiintolevylle oikeisiin paikkoihinsa.
- Poista käynnistyslevyke levykeasemasta ja käynnistä mikro uudelleen.

Bad or missing command interpreter

Jos käyttöjärjestelmä ei löydä COMMAND.COM-tiedostoa, tulee tämä virheilmoitus. Kopioi käynnistyslevykkeeltä tiedosto kiintolevylle juurihakemistoon.

No Basic in ROM

Kun uusi kiintolevy on partitioitu ja alustettu, mutta partitiota ei ole asetettua aktiiviseksi. Käynnistä FDISK ja aktivoi kiintolevyn ensisijainen partitio.

Bad sector

Tämä virhe oli tyypillinen vanhemmilla ST506-kiintolevyillä. Jokaisella uudellakin levyllä oli jonkin verran käytöstä poistettuja viallisia sektoreita. IDE- ja SCSI-levyt pitävät kirjaa itse viallisista sektoreista, eikä niistä pitäisi tulla käyttäjälle tietoja. Jos ilmoitus kuitenkin tulee, on levyllä jotain pahasti vialla. Kyseinen kiintolevy olisi syytä vaihtaa välittömästi uuteen, sillä se saattaa hajota minä päivänä tahansa.

Sector not found

Tällä ilmoituksella haettavaa sektoria ei löydy. Toimenpiteet ovat samat kuin edellisessä Bad sector -virhetilanteessa.

CMOS-virheet

Seuraavat virheet ilmestyvät näyttöön käynnistyksen yhteydessä, kun CMOS-asetuksissa on havaittu jokin virhetilanne.

CMOS display type mismatch

Virheilmoitus tulee, jos näytön tyyppi on asennettu erilaiseksi kuin mitä se oikeasti on. Muuta asetus oikeaksi SetUp-ohjelmassa.

CMOS memory size mismatch

Jos mikroon on lisätty muistia, tulee tämä virheilmoitus näkyviin useimmissa mikroissa. Käynnistä SetUp-ohjelma ja poistu sieltä. Mitään ei tarvitse asettaa tai muuttaa. Tämän jälkeen ilmoitusta ei enää tule ja muistin koko ilmoitetaan viimeistään nyt oikein mikron käynnistyksen yhteydessä.

Joissakin vanhoissa mikroissa muistin koko on asetettava oikeaksi.

CMOS battery state low

Kun mikron paristo alkaa loppua, tulee tämä virheilmoitus näkyviin. Muista kirjata ylös CMOS-tiedot ennen kuin vaihdat pariston. Uusissa mikroissa perusasetukset asettuvat automaattisesti käynnistyksen yhteydessä. Mutta, jos asetuksia on muutettu, on nämä muutokset asetettava itse.

Joissakin vanhoissa mikroissa varavirtalähde on kolvattu emolevylle. Sen vaihto on suositeltavaa vain ammattimiehille.

CMOS checksum failure

Tämä virheilmoitus tulee näkyviin, kun CMOS-asetuksissa on virhe. Se on todennäköisimmin aiheutunut huonosta paristosta tai virrankulun häiriöstä paristosta CMOS-muistiin. Jos pariston vaihto ei auta, on mikro vietävä ammattimiehelle tutkittavaksi ja korjattavaksi.

CMOS system options not set

Jostain syystä kaikki CMOS-tiedot ovat hävinneet. Tämä johtuu huonosta paristosta tai jännitepiikistä. Siirry SetUp-ohjelmaan ja kirjoita tarvittavat asetukset.

CMOS time & date not set

Aika- ja päivätiedot ovat hävinneet CMOS-muistista. Tämä johtuu huonosta paristosta tai jännitepiikistä. Siirry SetUp-ohjelmaan ja kirjoita tarvittavat asetukset.

Uuden mikron hankinta

Mikrotietokoneen kokoonpano voi olla hyvinkin erilainen riippuen käyttötarpeesta ja siihen käytettävästä rahamäärästä. Prosessoriteho ja keskusmuistin koko saisivat olla mahdollisimman suuria, käytettiin mikroa sitten peleihin tai kuvankäsittelyyn. Käytettävissä olevasta rahamäärästä riippuen on tyydyttävä kompromisseihin. Seuraavat kokoonpanoehdotukset ovat myös tästä johtuen vain perusesimerkkejä.

Hankkiessasi uutta mikrotietokonetta, kannattaa laitteistoon hankkia ainakin seuraavat komponentit:

- Pentium-prosessori, kellotaajuus 133 MHz
- Vähintään 256 kilotavun ulkoinen välimuisti (*Cache Memory*)
- 16 Mt RAM-muistia
- Vähintään 1 Gt kiintolevy
- 1.44 Mt 3,5" levykeasema
- CD-ROM-asema
- Kaksi sarja- ja yksi rinnakkaisliitäntä
- Näppäimistö ja hiiri
- Vähintään 15" SuperVGA-näyttö, lomittamaton 800*600 erottelukyvyllä
- Kahden megatavun näyttömuistilla varustettu SVGA-näytönohjain

Tällöin voidaan suhteellisen mukavasti käyttää lähes kaikkia valmisohjelmia ilman, että ne hidastelisivat kohtuuttomasti. Yllätys, yllätys, uudet monipuoliset pelit vaativat mieluummin vieläkin tehokkaamman mikron.

Mikäli haluat tehostaa Windowsin käyttöä tai käytät Windows 95 -käyttöjärjestelmää, harkitse seuraavia muutoksia kokoonpanoon:

- Pentium-prosessori, kellotaajuus 166 MHz, MMX
- 32 Mt RAM-muistia
- 2 Gt tai isompi kiintolevy
- Paikallisväylä-pohjainen Windows-kiihdyttimellä varustettu SVGA-näytönohjain (2 - 4 Mt näyttömuistia)
- Vähintään 17" SVGA-näyttö
- Äänikortti

Seuraavat ovat valinnaisia:

- MPEG-kortti MPEG-videokuvien ja TV:n katseluun
- 28 800 bps modeemi

Jos harkitset käytetyn mikron ostamista, tutki tarkkaan mikron kokoonpano. Vanhemmat mikrot ovat varsin vaatimattomia ominaisuuksiltaan, eivätkä uudet ohjelmat välttämättä toimi niissä.

Myös **vanhan mikron päivittäminen** kannattaa miettiä tarkkaan. Esimerkiksi 386SX-mikron päivittäminen uudella emolevyllä ei välttämättä riitä. Muisti joudutaan usein vaihtamaan myös kokonaan, kuten kiintolevykin isompaan ja nopeampaan. Seuraava vanhan mikron hidaste on näytönohjain ja ehkä näyttökään ei pysty suurempiin resoluutioihin ja virkistystaajuuksiin. Äkkiä vanhasta mikrosta jääkin jäljelle vain näppäimistö, hiiri ja kotelo. Uusi mikro saattaa tulla jopa halvemmaksi ja se on toimintavalmis heti ostettaessa.

Ostaako merkkikone vai klooni? Merkkikoneet ovat suurten valmistajien (IBM, AST, Compaq, ICL, ...) mikroja. Klooneiksi kutsutaan eri valmistajien osista koottuja mikroja. Suurimpana erona on, että merkkimikrolla on pidempi takuu ja siinä saattaa olla ilmainen puhelintuki.

Toinen suuri ero on emolevyn ja kotelon rakenne. Jos et aio päivittää mikron osia, hanki merkkimikro. Jos taas aiot jatkossa vaihtaa mikroon esimerkiksi emolevyn tai suuren kiintolevyn, hanki kloonimikro. Esimerkiksi merkkimikroihin ei yleensä löydy sopivan kokoista emolevyä, kun klooneissa ne ovat vakiokokoisia.

Huomaa, että lähes kaikkiin mikroihin voidaan jälkikäteen asentaa esimerkiksi CD-ROM-asema ja äänikortti. Kaikkea ei siis tarvitse ostaa kerralla.

Multimediamikro

Multimediamikro on multimediakäyttöön soveltuva mikro. Tärkeimmät perusmikroon lisättävät varusteet ovat äänikortti ja CD-ROM-asema. Koska vaihtoehtoja on runsaasti niin kapasiteetti- kuin nopeusarvoillakin mitattuna, on multimediamikroille on kehitetty eritasoisia normeja. Useimmista CD-ROM-tuotteista löytyy vähimmäisvaatimukset multimediamikrosta, jolla ohjelma toimii riittävän nopeasti ja monipuolisesti. Tällä hetkellä multimediamikromäärityksiä on kolme: MPC 1, MPC 2 ja MPC 3.

MPC 1 -mikron perusvaatimukset ovat:

- 386SX-prosessori, 16 MHz
- 2 Mt RAM
- 3,5"/1,44 Mt levykeasema
- 30 Mt kiintolevy
- AT/E-näppäimistö
- Kaksipainikkeinen hiiri
- VGA-tason näyttö ja näytönohjain (640 x 480 pistettä 16 värillä)
- Perusnopeuksinen CD-ROM-asema (150 kt/s siirtonopeus)
- 8-bittinen äänikortti (22,05 kHz näytteenottotaajuus, mikrofoni- ja linjaulostuloliitäntä)
- MIDI-, peliohjain- ja sarjaliitännät
- Microsoft Windows Multimedia Extension -yhteensopiva ohjelmisto

MPC 2 -mikron perusvaatimukset ovat:

- 486SX-prosessori, 25 MHz
- 4 Mt RAM
- 3,5"/1,44 Mt levykeasema
- 160 Mt kiintolevy
- AT/E-näppäimistö
- Kaksipainikkeinen hiiri
- VGA-tason näyttö ja näytönohjain (640 x 480 pistettä 65536 värillä)
- Tuplanopeuksinen CD-ROM-asema (300 kt/s siirtonopeus), CD-ROM XA ja multisession PhotoCD -yhteensopiva
- 16-bittinen stereoäänikortti (44,1 kHz näytteenottotaajuus, mikrofoni- ja linjaulostuloliitäntä)
- MIDI-, peliohjain- ja sarjaliitännät
- Microsoft Windows Multimedia Extension -yhteensopiva oh-

jelmisto

MPC 3 -mikron perusvaatimukset ovat:

- Pentium-prosessori, 75 MHz
- 8 Mt RAM
- 3,5"/1,44 Mt levykeasema
- 540 Mt kiintolevy
- AT/E-näppäimistö
- Kaksipainikkeinen hiiri
- VGA-tason näyttö ja näytönohjain (640 x 480 pistettä 65536 värillä, videokuvan esitys vähintään 30 kuvaa/sekunnissa 352x240 resoluutiolla)
- Neloisnopeuksinen CD-ROM-asema (600 kt/s siirtonopeus, väh. 250 ms hakuaika), CD-ROM XA ja multisession PhotoCD -yhteensopiva
- 16-bittinen stereoäänikortti (44,1 kHz näytteenottotaajuus, mikrofoni- ja linjaulostuloliitäntä, vähintään 6 samanaikaista ääntä)
- MIDI-, peliohjain- ja sarjaliitännät
- Microsoft Windows Multimedia Extension -yhteensopiva ohjelmisto

Videokuvan esitysnopeuteen vaikuttaa sekä näytönohjaimen että emolevyn nopeus.

MPC-normin täyttävä mikro saa käyttää **MPC-logo**a, mikäli mikro on testattu MPC-määritykset täyttäväksi. MPC-logon käyttöoikeuden myöntää Multimedia PC Marketing Council. MPC-logon puuttuminen ei välttämättä tarkoita sitä, etteikö mikro täyttäisi MPC-määrityksiä.

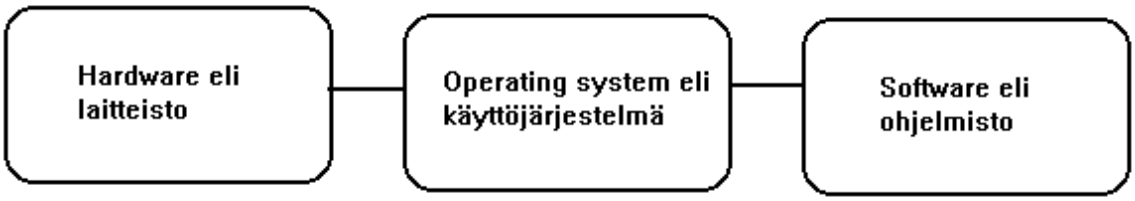
Käyttöjärjestelmät

Käyttöjärjestelmällä *(Operating System)* tarkoitetaan ohjelmistoa, joka huolehtii tietokoneen perustoiminnoista. Käyttöjärjestelmää voidaan pitää tietokoneen "aivoina". Sen tehtäviä ovat muun muassa

- Tiedon vastaanottaminen käyttäjältä
- Käsitellyn tiedon tulostaminen
- Muistien hallinta
- Apumuisteissa olevan tiedon ylläpitäminen
- Toimintojen valvominen ja ohjaaminen

Huomaa, että esimerkiksi Windows on käyttöliittymä. DOS-käyttöjärjestelmän täytyy olla asennettuna mikroon, jotta Windowsia voidaan käyttää. Windows ei siis toimi yksinään, eikä voi olla käyttöjärjestelmä.

Valtaosa käyttöjärjestelmän toiminnoista on käyttäjältä piilossa. Suurin osa mikrotietokoneen käytöstä koostuukin valmisohjelmien, kuten esimerkiksi tekstinkäsittely- tai taulukkolaskentaohjelmiston, käytöstä. Valmisohjelma toimii tällöin käyttöjärjestelmän ja käyttäjän välissä. Valmisohjelma itse käyttää paljon käyttöjärjestelmässä olevia valmiita toimintoja erilaisiin rutiineihin.



Kuva: Käyttöjärjestelmä ohjaa toimintoja.

Käyttäjä on yhteydessä ohjelman (esimerkiksi tekstinkäsittely) välityksellä käyttöjärjestelmään, joka muuttaa käyttäjän ja ohjelman komennot mikrotietokoneen ymmärtämään muotoon.

Mikrotietokoneissa käytetään yleisimmin DOS-käyttöjärjestelmää ja sen päällä Windows-käyttöliittymää. Yleistyvä käyttöjärjestelmä on Windows 95, joka julkaistiin syksyllä 1995. Siinä toimivat myös lähes kaikki DOS- ja Windows-ohjelmat. Muita kohtuullisen yleisiä käyttöjärjestelmiä ovat

muun muassa Windows NT, OS/2 WARP ja Linux.

DOS

PC-mikrotietokoneissa käytetään yleisimmin PC-DOS- ja MS-DOS-käyttöjärjestelmiä. PC-DOS on käytössä IBM:n valmistamissa henkilökohtaisissa tietokoneissa ja MS-DOS on käytössä kaikkien muiden valmistamissa PC-mikrotietokoneissa.

DOS on lyhenne sanoista **D**isk **O**perating **S**ystem eli levykäyttöjärjestelmä. Nimitys johtuu siitä, että käyttöjärjestelmän päätehtävät liittyvät apumuistien hallintaan. Sekä PC-DOS että MS-DOS-käyttöjärjestelmän on laatinut amerikkalainen Microsoft-niminen yritys. Tämä kirja keskittyy laitteistoasioihin ja lisätietoja DOS-käyttöjärjestelmästä sekä markkinoilla olevista työvälineohjelmista löydät muista Suomen Atk-kustannuksen julkaisemista kirjoista ja kirjasarjoista.

Nykyisin käytetään merkkipohjaisen käyttöliittymän sijasta havainnollisempaa graafista käyttöliittymää tai käyttöjärjestelmää (Windows, Windows 95, Windows NT, OS/2). Tämä on aiheuttanut laitetasolla entistä tehokkaampien mikrojen tarpeen joka on heijastunut etenkin nopeiden mikrojen myynnin kasvuna. Eräs tapa tehostaa jälkikäteen Windows-käyttöä on vaikkapa pelkän emolevyn vaihtaminen nopeampaan.

DOS-käyttöjärjestelmän käyttö ei ole aivan ongelmatonta, vaikka DOS sinänsä on alunperin ollut selkeä ja looginen kokonaisuus. Mikroa käyttävän ei välttämättä tarvitse tutustua käyttöjärjestelmän teknisiin yksityiskohtiin. Eräät perusasiat tulee kuitenkin osata. Alkuvaihe vain saattaa olla yllättävän raskas: **C:\>** -kehote ei lupaa käytön helppoutta.

Kehote on merkkipohjaisen DOS-käyttöjärjestelmän tapa kommunikoida käyttäjän kanssa.

DOSissa käytetään FAT *(File Allocation Table)* tiedostojärjestelmää. Se sallii ainoastaan kahdeksan merkin mittaiset tiedostonimet, jonka perään voidaan liittää kolmen merkin tarkenne. Eri tyyppisillä tiedostoilla ja ohjelmilla on omat tarkenteensa. Ohjelmilla se COM- tai EXE- ja esimerkiksi Excel-taulukkolaskenta käyttää XLS- ja AmiPro-tekstinkäsittely SAM-tarkenninta.

MS-DOSin eri versiot.

1.0	1981	IBM Personal Computer tuli markkinoille.
1.25	1982	Tuki kaksipuolisille DS-levykkeille.
2.0	1983	Tuki kiintolevyille ja alihakemistoille, CONFIG.SYS.
2.01	1983	Tuki kansainvälisille merkistöille.
2.10, 2.11	1983	"Bug fixes".
2.25	1983	Tuki laajennetuille merkistöille.
3.0	1984	Tuki 1,2 Mt levykkeille ja yli 10 Mt kiintolevyille.
3.1	1985	Tuki lähiverkoille ja tiedostojen lukituksille.
3.2	1986	Tuki 3,5" 720 kt levykkeille ja max 32 Mt kiintolevyille.
3.3	1987	Tuki 1,44 Mt levykkeille ja isojen kiintolevyjen ositukselle.
4.0, 4.01	1988	Tuki yli 32 Mt:n osioille, SHELL-käyttöliittymä.
5.0	1991	Kehittynyt muistinhallinta, DOS-Shell, unformat, undelete, /?-valitsin.
6.0	1993	Kiintolevyn tuplaaja, muistinhallinta.
6.20	1993	Scandisk-kiintolevyn korjaaja.
6.21	1994	DoubleSpace puuttuu.
6.22	1994	DriveSpace-pakkaustekniikka. Viimeisin MS-DOS-versio.

Windows 95:n mukana tulee kiinteästi hieman uusittu DOS-versio. Sitä ei kuitenkaan myydä erikseen.

Windows

Windows-käyttöliittymä asennetaan DOSin päälle ja Windowsista onkin muodostunut kaikkein yleisin 'käyttöjärjestelmä'. Windowsia ei voi suoraan sanoa omaksi käyttöjärjestelmäksi, koska DOS-käyttöjärjestelmä on oltava asennettuna ennen Windowsin asennusta.

Windowsin uusin ja samalla viimeisin versio on 3.11. Siitä löytyy myös työryhmäversio, jossa on verkko-ominaisuuksia valmiina.

Windows on graafinen käyttöliittymä, joka tarkoittaa sitä, että näyttö on graafisessa tilassa. Graafista käyttöliittymää on uudenkin mikronkäyttäjän helpompi oppia käyttämään. Lisäksi se on paljon näyttävämmän näköinen. Vertaa esimerkiksi DOSin merkkipohjaiseen käyttöliittymään.

Graafisen käyttöliittymän ansiosta Windows on helppokäyttöinen. Kohdistinnuolta ohjataan hiiren avulla, joka nopeuttaa monien toimintojen suorittamista. Muun muassa ohjelmat saadaan käynnistettyä kaksoisnapauttamalla hiiren painonappia, kun kohdistin on halutun ohjelman ikonin päällä.

Ohjelmia voi olla auki useita yhtä aikaa ja voit siirtyä näppärästi ohjelmasta toiseen. Tietoa (tekstiä, kuvia) voidaan leikata yhdestä ohjelmasta ja liimata se toiseen muutamalla hiiren liikkeellä ja napin painalluksella.

Yksi merkittävimpiä parannuksia DOSiin verrattuna on, että oheislaitteiden laiteohjainten kerta-asennus riittää. Kun olet asentanut uuden näytönohjaimen, kirjoittimen tai vaikka kuvanlukijan, ovat ne automaattisesti kaikkien ohjelmien käytössä. Sama koskee uusia kirjasimia. DOSissa ne joudutaan asentamaan joka ohjelmaan erikseen. Lisäksi, jos laiteohjainta ei ole kyseisessä ohjelmassa eikä sitä tule laitteen mukana, ei laitetta voida käyttää tämän ohjelman kanssa. Nykyisin Windows-ohjaimet tulevat jokaisen laitteen mukana. Uusissa laitteissa tuki saattaa olla pelkästään Windows 95:lle ja Windows NT:lle.

Suositeltavana laitevaatimuksena Windowsin peruskäyttöön on vähintään 386-mikro, 4 - 8 Mt keskusmuistia, 200 Mt kiintolevy, SVGA-näyttö ja tietenkin näppäimistö ja hiiri.

Windowsissa käytetään DOSin tiedostojärjestelmää nimeltä FAT.

Windows 95

Windows 95 -käyttöjärjestelmä on korvaamassa Windows 3.X -versiot. Siinä on lukuisia parannuksia vanhempaan Windowsiin. Haittapuolena on hiukan suuremmat laitetason vaatimukset.

Windows 95 voidaan asentaa tyhjään koneeseen, eikä perinteistä DOSia tarvita pohjalla. Windows 95 -mikro voidaan tarvittaessa käynnistää DOS-tilaan, jolloin saadaan DOS-ohjelmat toimimaan.

DOS-ikkuna voidaan avata myös työpöydälle, jossa useimmat DOS-ohjelmat toimivat ilman mitään virityksiä. Huomaa, että suuri osa DOS-ohjelmista, jotka eivät toimi Windowsissa, toimivat Windows 95:ssä.

Windows 95 on 32-bittinen käyttöjärjestelmä. Parhaiten toimivat 32-bittiset ohjelmat, mutta 16-bittisiä Windows- ja DOS-ohjelmia voidaan myös käyttää. 32-bittiset ohjelmat tukevat muun muassa pitkiä tiedostonimiä, joista näkyy vain kahdeksan ensimmäistä merkkiä 16-bittisissä ohjelmissa.

Käyttöliittymä on hieman erilaisempi kuin tavallisessa Windowsissa. Työpöydälle voidaan tehdä pikakuvakkeita, joista ohjelmat käynnistyvät. Sieltä löytyy myös roskakori, jonne poistetut tiedostot siirtyvät. Kun on aivan varma, että tiedostot ovat turhia, tyhjennetään roskakori.

Suositeltavana vähimmäislaitevaatimuksena Windows 95:n peruskäyttöön on Pentium-mikro, 16 Mt keskusmuistia, 800 Mt kiintolevy, SVGA-näyttö ja tietenkin näppäimistö ja hiiri.

Windows 95:ssä tiedostojärjestelmä on nimeltään VFAT, joka on hieman laajennettu DOSin FATista. VFAT sallii 255 merkin mittaiset tiedostonimet. Lisäksi Windows 95:ssä yleisimmät tarkentimet korvataan tietyillä kuvakkeilla, joista näkee tiedostomuodon.

OS/2 WARP

IBM:n OS/2 graafinen käyttöjärjestelmä ei ole yleistynyt läheskään samassa suhteessa kuin Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmät. OS/2:ssa toimivat omien sovellusten lisäksi sekä 32- että 16-bittiset Windows-ohjelmat. Myös DOS-ohjelmat toimivat ongelmitta.

Työpöytä muistuttaa hieman Windows 95:ttä ja enemmän Macintosh-mikroja. Tiedostojärjestelmänä on HPFS, joka on nopeampi ja monipuolisempi kuin FAT ja VFAT.

Windows NT

Windows NT on 32-bittinen graafinen käyttöjärjestelmä. Se vaatii laitteistolta hieman enemmän kuin Windowsit ja OS/2. Vastapainoksi se on suunniteltu alusta alkaen uudeksi käyttöjärjestelmäksi vailla DOSin rasitteita, joten se on vakaa ympäristö.

Windows NT:ssä toimivat niin Windows- kuin Windows 95 -ohjelmatkin. DOS-ohjelmista toimii suurin osa. Windows NT:n voi käynnistää myös DOS-tilaan, jolloin kaikki DOS-ohjelmatkin toimivat.

NT:n tiedostojärjestelmänä voidaan käyttää DOSin FATia tai NT:n NTFS:ää, joka on nopeampi ja monipuolisempi.

Windows NT vaatii hieman tehokkaamman laitteiston kuin Windows 95. Pienin muistimäärä on 32 megatavua, jos halutaan, että mikro ei hidastele muistin vähyydestä johtuen. Sovellusohjelmat vaativat saman verran muistia kuin Windows 95:ssäkin.

NT 3.5X:n ulkoasu ja käyttö muistuttavat Windows 3.X:ää ja NT 4.0 muistuttaa Windows 95:ttä.

Muita käyttöjärjestelmiä

Unix on lähinnä suurempien tietokoneiden käyttöjärjestelmä, mutta Linux ja SCO Unix soveltuvat mikrotietokoneisiin. Linux on lisäksi vielä julkisohjelma.

Macintosh-mikroissa on Motorolan prosessorit, jotka eivät ole yhteensopivia PC-mikrojen kanssa. Macintosheissa käytetään omaa System 7 käyttöjärjestelmää. Uusimmissa versioissa on PC-mikrojen emulointi, joissa voidaan käyttää Windows-ohjelmia. Emulointi on kuitenkin varsin hidasta.

2. KESKUSYKSIKKÖ JA KOTELO

Keskusyksiköksi kutsutaan mikrotietokoneen koteloa ja sen sisällä olevien laitteiden muodostamaa kokonaisuutta. Kotelon sisällä sijaitsevat seuraavat pääosat:

- Virtalähde
- Emolevy (sisältää prosessorin, muistit, ohjaimet, liitännät sekä muun elektroniikan)
- Apumuistit (levykeasemat ja kiintolevyt)
- Näytönohjain

Lisäksi keskusyksikössä saattaa mikrosta riippuen olla:

- CD-ROM-asema
- Nauha-asema
- Äänikortti
- Modeemi
- SCSI-ohjain

Kotelot

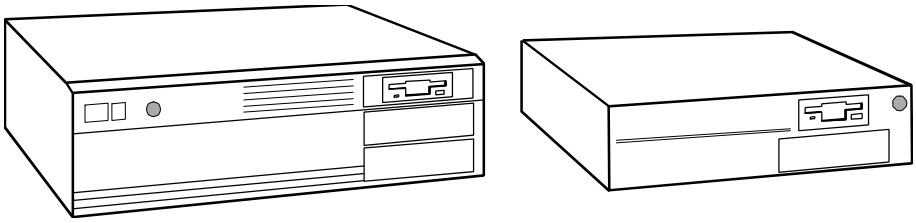
Mikrotietokoneen koteloita *(System Case)* on useita erilaisia ja erikokoisia.

Pääpiirteissään ne voidaan jakaa kahteen osaan:

- Pöytäkotelo
- Tornikotelo

Pöytäkotelot ovat pääsääntöisesti pienempiä. Vanhemmissa mikroissa on kylläkin käytetty melko suuria pöytäkoteloita. Koot vaihtelevat tavallisesti keskikokoisesta mallista hyvinkin pienikokoisiin malleihin.

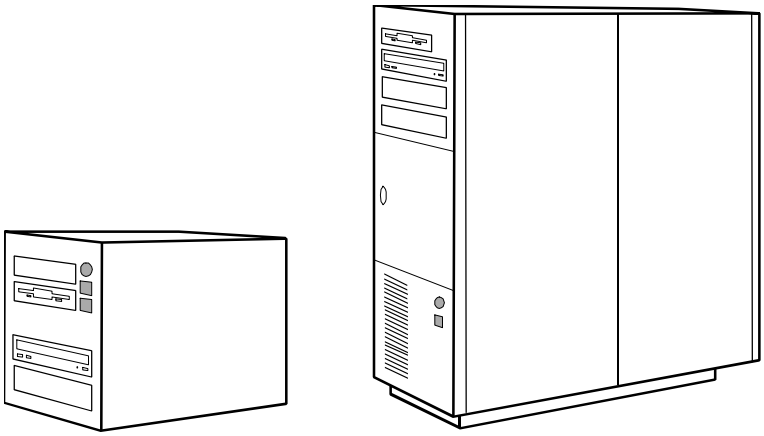
Pöytäkotelo sijoitetaan pöydälle näytön alle tai sen viereen. Emolevy sijaitsee kotelossa vaakatasossa.



Kuva: Suuri ja pieni pöytäkotelo.

Tornikotelot jaetaan kolmeen pääkokoon: pieni, keskikoko ja suuri. Emolevy sijaitsee pystytasossa kotelon toisessa reunassa. Tornikotelot sijoitetaan yleensä lattialle, mutta pienempiä koteloita voidaan pitää pöydällä näytön vieressä.

Tornikoteloiden etuna on lisäkorttien ja laitteiden helpompi asentaminen, koska tilaa on enemmän. Lisäksi lisälaitteita mahtuu kotelon sisään enemmän.



Kuva: Pieni ja suuri tornikotelo.

Edulliset merkkimikrot ovat yleensä pienissä pöytäkoteloissa. Hieman tehokkaammissa ja samalla kalliimmissa malleissa kotelon koko on suurempi ja vielä paremmissa mikroissa on tornikotelo.

Muiden kuin kaikista suurimpien merkkimikrovalmistajien perusmikrot ovat yleensä pienessä tornikotelossa. Mikroa ostettaessa kotelon voi yleensä vaihtaa tarvittaessa suurempaan.

Tehokkaat ja varsinkin palvelinkäyttöön tarkoitetut mikrot ovat lähes aina suurissa tornikoteloissa.

Avaaminen

Koska koteloita on useita erilaisia, on myös niiden avaamistapoja useita. Seuraavana kerromme niistä yleisimmät tavat. Mikrotietokoneen mukana seuraavasta ohjekirjasta löytyy aina tarkat avaamistiedot juuri kyseiselle kotelolle.

Muista avata mikrossa oleva lukko, joka pitää kantta paikallaan. Lukittu kansi ei aukea, vaikka ruuvit irrotettaisiinkin.

Pöytäkotelo

Pöytäkotelon takaa irrotetaan ensiksi ruuvit. Niitä on yleensä 3 - 5 kappaletta ja ne sijaitsevat kotelon reunoilla. Älä irrota vahingossa tuulettimen kiinnitysruuveja, jotka sijaitsevat tuulettimessa kiinni.

Seuraavat kaksi vaihtoehtoa ovat yleisimmät kotelon kannen irrotustavat:

- Nosta kotelon kantta takareunasta ylöspäin. Vedä kantta hiukan taaksepäin ja nosta kansi ylös.

- Liu uta koteloa suoraan eteenpäin. Paina toisella kädellä kevyesti levykeasemasta tai CD-ROM-asemasta, kun samalla painat vastakkaiseen suuntaan kotelon kantta sen takareunasta. Varo, että et vaurioita levyasemia painaessasi niitä, jos kannen liukuminen on jäykkää.

Jos kotelon kannen reunat kääntyvät takareunastaan, ja ruuvit ovat käänteen läpi, on kyseessä ensimmäinen irrotusvaihtoehto. Tällöinhän kansi ei voi liukua eteenpäin. Muussa tapauksessa todennäköisempi irrotustapa on jälkimmäinen vaihtoehto.

Tornikotelo

Tornikotelojen kannen avaamistapoja on useampia. Jos kotelon takana näkyvät kannen kiinnitysruuvit, irrota ne ensimmäisenä. Ruuveja on yleensä 3 - 5 kappaletta. Ruuvit sijaitsevat kotelon reunoilla. Älä irrota vahingossa tuulettimen kiinnitysruuveja, jotka sijaitsevat tuulettimessa kiinni.

Seuraavat ovat yleisimmät kannen avaamistavat:

- Nosta kotelon kantta takareunasta ylöspäin. Vedä kantta hiukan taaksepäin ja nosta kansi ylös.

- Liu uta koteloa suoraan eteenpäin. Paina toisella kädellä kevyesti levykeasemasta tai CD-ROM-asemasta, kun samalla painat vastakkaiseen suuntaan kotelon kantta sen takareunasta. Varo, että et vaurioita levyasemia painaessasi niitä, jos kannen liukuminen on jäykkää.

- Vedä varovasti kotelon etuosa, eli etupaneeli, irti. Avaa kotelon vasemman kyljen kiinni pitävät ruuvit, jotka sijaitsevat sekä etu- että takaosassa. Tartu vasempaan kylkilevyyn kiinni sen alaosasta ja vedä levyn alareuna irti kotelosta. Liu uta levy hiukan alaspäin, jolloin yläosan kiinnitys irtoaa. Kotelon vasen kylki on nyt avoinna.

- Tartu kotelon kyljessä, aivan etupaneelin vieressä, oleviin kahvoihin. Käännä niitä, jolloin lukitus aukeaa. Liu uta kotelon kansi eteenpäin.

Jos kotelon kannen reunat kääntyvät takareunastaan, ja ruuvit ovat käänteen läpi, on kyseessä ensimmäinen tai toinen irrotusvaihtoehto. Tällöinhän kansi ei voi liukua eteenpäin.

Kotelossa olevat laitteet

Keskusyksikköön voidaan liittää erilaisia oheislaitteita emolevyllä olevien korttipaikkojen avulla. Esimerkiksi skanneria eli kuvanlukijaa asennettaessa laitetaan sen ohjainkortti emolevylle korttipaikkaan, josta kaapeli vedetään itse kuvanlukijaan. Tietokoneen käynnistyessä käyttöjärjestelmä

lukee ohjausohjelman (laiteohjain), joka ohjaa oheislaitteen käyttöä.

Apumuisteille on omat paikkansa kotelossa, josta löytyy sekä sisäisiä että ulkoisia massamuistipaikkoja. Ulkoinen paikka tarkoittaa paikkaa, jossa massamuistin etureuna tulee näkyviin kotelosta. Esimerkiksi levykeasema on kiinnitettävä ulkoiseen paikkaan, jotta levykkeitä voidaan laittaa asemaan. Kiintolevyjen ei tarvitse näkyä ulospäin, joten niille on varattu sisäiset paikat. Kiintolevy voi sijaita missä tahansa laitteen sisäpuolella.

Jos laajennustarve on suuri, on suositeltavaa hankkia tornikotelo pienemmän pöytämallin sijasta. Tällöin saadaan esimerkiksi nauha-asemat, lisäkiintolevyt ja CD-ROM-asemat mahtumaan koteloon. Pieni kotelo puolustaa paikkaansa, jos peruskokoonpano sisältää lähes kaikki tarvittavat osat. Uudet kiintolevyt ovat niin pieniä että ne mahtuvat koteloon kuin koteloon.

Markkinoilta löytyy kuitenkin myös erittäin pienikoteloisia mikroja, joihin yksinkertaisesti ei voi lisätä mitään. Niissä saattaa olla laajennuspaikkakin niin matala ettei kaikki lisäkortit mahdu siihen. Tällainen kotelo on hiukan arveluttava valinta, sillä sen laajennusmahdollisuudet ovat hyvin olemattomat. Mikron laajennus tulee jossakin vaiheessa eteen lähes kaikille mikron käyttäjille.

Myös virtalähteen teho on huomioitava laajennuksia tehdessä. Pienen virtalähteen teho ei ole aina riittävä useille massamuisteilla ja lisälaitteille. Toisaalta uudet kiintolevyt ja muut lisälaitteet kuluttavat vähän tehoa, joten noin 120 watin virtalähteellä pärjääkin varsin pitkälle. Yli 200 watin virtalähde on riittävä lähes kaikissa tapauksissa. Verkkopalvelimet saattavat tarvita suurempia virtalähteitä, koska niihin asennettu lisälaitemäärä on yleensä tavanomaista suurempi.

Laajentaminen

Ensimmäinen mikrotietokone on useimmille hyvin yksinkertainen peruskokoonpano. Siihen on myöhemmin helppo hankkia uusia lisälaitteita sekä käytössä olevia osia voidaan vaihtaa tehokkaampiin. PC-mikrojen valtti on oheislaitteiden suuri määrä ja helppo lisättävyys.

Laajentaminen on melko yksinkertaista ja nimenomaan voidaan hankkia juuri sellaisia laitteita kuin tarvitaan. Turhista laitteista ei tarvitse maksaa. Tietokoneen ostohetkelläkään ei tarvitse hankkia kaikkea mahdollista,

vaan järjestelmää voidaan laajentaa myöhemmin tarpeiden mukaan.

Muut tietokoneen osat

Keskusyksikön lisäksi tietokoneeseen kuuluvat myös monet pakolliset laitteet kuten näyttö, näppäimistö ja hiiri. Pelkällä keskusyksiköllä ei vielä voi tehdä mitään. Lisäksi monet tarvitsevat tulostinta ja kuvanlukijaa. Kaikkia näitä erillisiä laitteita kutsutaan oheislaitteiksi.

Seuraavissa luvuissa kerrotaan emolevystä alkaen, oheislaitteita unohtamatta, kaikki tärkeä tieto mikrotietokoneen rakenteesta, toiminnasta ja muusta tekniikasta.

2. Keskusyksikkö ja kotelo

3. EMOLEVY

Tietokoneen merkittävin osa on emolevy *(Motherboard)*. Se sisältää tietokoneen ytimen, jossa muun muassa mikroprosessori ja muisti sijaitsevat.

Kuva: Minitornikotelo, jossa emolevy sijaitsee kotelon takaseinällä, pystyasennossa.

Emolevyn tehtäviin kuuluu koko mikrotietokoneen ohjaus mukaan lukien kaikki lisälaitteet. Lisälaitteilta tieto kulkee johtimia pitkin emolevylle, jossa tieto käsitellään prosessorin avulla ja suoritetaan vaaditut tehtävät.

Emolevyyn asennetaan lisälaitteet väylään kiinnitettävinä kortteina tai mahdollisesti kaapelilla suoraan emolevyllä olevaan liitäntään. Huomaa edellisestä kuvasta, miten kotelo saattaa joskus olla varsin täynnä lisäkortteja ja kaapeleita.

Prosessori ja matematiikkaprosessori hoitavat laskennalliset ja päättelytehtävät. Käsiteltävänä oleva tieto pidetään muistissa.

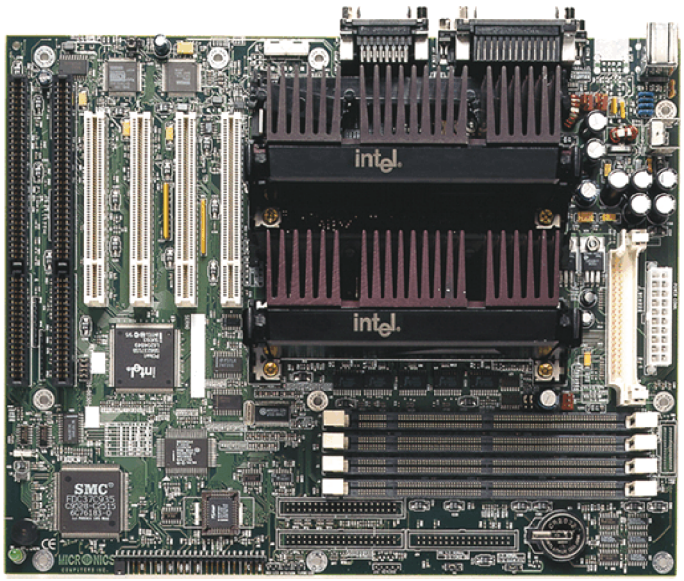
Emolevy ja prosessori

Emolevy valmistetaan tietynlaiselle prosessorille tai prosessorisarjalle, joka toimii tietyllä kellotaajuudella tai kellotaajuusalueella (kellotaajuus on selitetty luvussa Mikron nopeus).

Eri prosessoriperheissä ja -malleissa on erilaiset liityntäkannat, joten usein väärä prosessori ei edes käy emolevyn prosessorikantaan. Jos asentaisimme teoreettisesti esimerkiksi Pentium-prosessorin 486-emolevylle, ei ratkaisu toimisi. Emolevy on suunniteltu 486:lle, eikä se ymmärrä Pentiumin rakennetta. Eikä Pentium saa oikeita ohjaussignaaleja emolevyltä.

Yleensä emolevyt valmistetaan Intelin prosessoreille. Kuitenkin muun muassa Cyrix ja AMD valmistavat esimerkiksi Pentium-yhteensopivia prosessoreita. Yhteensopivuus ei ole kuitenkaan aina niin taattu, että nämä prosessorit toimisivat jokaisella emolevyllä. Tämän takia on syytä varmistua prosessorin ja emolevyn yhteensopivuudesta, jos käytetään muita kuin Intelin prosessoreita. Kaikki Pentium-emolevyt eivät toimi myöskään uudemmilla Pentium with MMX -prosessoreilla. MMX-prosessorin hankinnan yhteydessä saatetaan joutua hankkimaan myös uusi emolevy, koska prosessorin vaihto ei riitä.

Pentium-, Pentium Pro- ja Pentium II -prosessoreita voidaan asentaa joihin emolevyihin kaksikin kappaletta. Tällöin saavutetaan hiukan lisää tehoa. Huomaa, että käyttöjärjestelmän on tuettava tällaista moniprosessorijärjestelmää.



Kuva: ATX-emolevy, jossa on kaksi Pentium II -prosessoria.

Kellotaajuus

Jos emolevy ja prosessori pidetään samana ja kellotaajuutta eli toimintanopeutta nostetaan, saattaa mikron toiminta olla epävarmaa. Jos nopeuden nosto on hyvin vähäinen niin mikro yleensä toimii, mutta suuremman nopeuden noston seurauksena eivät prosessori, oheispiirit ja muisti pysy nopeammassa vauhdissa mukana ja seurauksena saattaa olla mikron jumiutuminen. Tämä johtuu siitä, että prosessoreille taataan jokin tietty maksiminopeus, jolla ne toimivat. Jos niitä käytetään suuremmilla taajuuksilla, ne eivät välttämättä enää toimi.

Huomaa, että emolevyt on rakennettu myös toimimaan tietyllä maksimitaajuudella. Esimerkiksi Intel Zappa -emolevyllä olevan Pentiumin suurin kellotaajuus saa olla korkeintaan 166 MHz.

Jos prosessorin nopeuden nosto on suurempi kuin mihin se on suunniteltu, on seurauksena tiedon häviäminen ketjun jossakin vaiheessa. Mikron käyttäjä havaitsee tilanteen koneen jumiutumisena ja/tai piirien vaurioitumisena. Piirit saattavat yksinkertaisesti kuumentua liikaa ja komponentit vioittua.

Kaikki uudemmat prosessorit toimivat sisäisesti suuremmalla taajuudella kuin ulkoisesti. Tällöin ulkoinen emolevyn rakenne voidaan tehdä edullisimmin osin ja mikro on silti hyvin suorituskykyinen. Varhaisemmat tällaiset prosessorit olivat 486DX2-prosessorit, jotka toimivat sisäisesti kaksinkertaisella taajuudella. Niitä nimitettiinkin tuplataajuusprosessoreiksi. Esimerkiksi Pentiumit toimivat sisäisesti 1,5-, 2-, 2,5- tai 3-kertaisilla taajuuksilla. Myös kolminkertaisella kellotaajuudella toimivia 486-prosessoreita on markkinoilla, kuten esimerkiksi Intel DX4.

Väylä

Tieto kulkee emolevyllä väyliä (*Bus*) pitkin. Esimerkiksi tiedonsiirto prosessorista muistiin tai näytönohjaimeen siirretään väylää pitkin. Myös prosessorin sisällä on oma väylä, jota pitkin tiedot kulkevat eri osasta toiseen. Väylä on ikäänkuin rivi johtimia, joissa sähkösignaali kulkee.

Mitä suurempi määrä johtimia on rinnakkain, sitä leveämmäksi väylää kutsutaan. Leveämmällä väylällä saadaan siirrettyä enemmän tietoa saman aikaisesti, joten leveä väylä on aina kapeampaa nopeampi. Emolevy

suunnitellaan tietylle prosessorille, jolloin sen käyttämät väylärakenteet määrittävät emolevyn väylien leveydet.

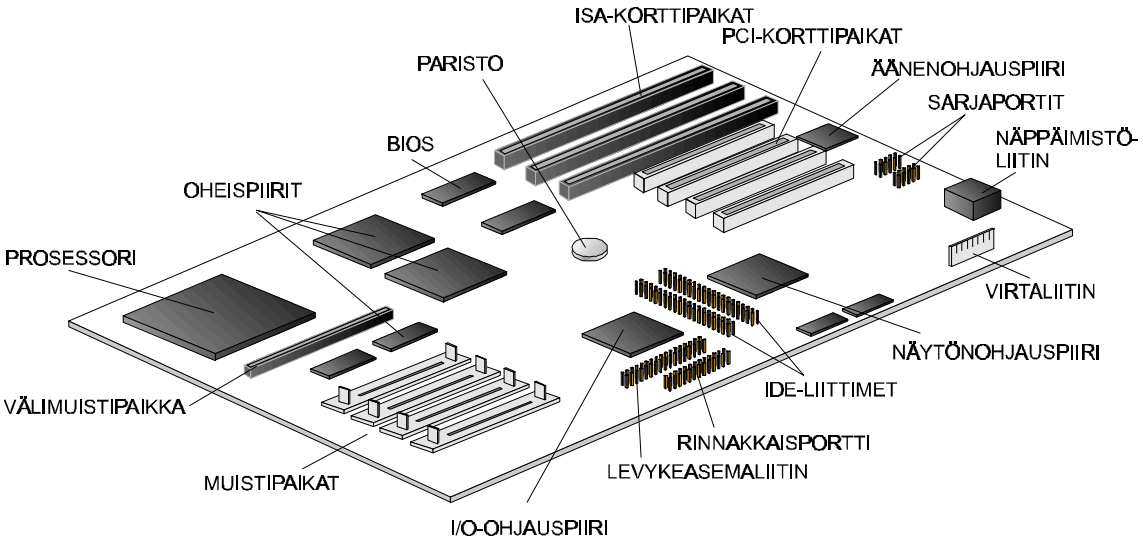
Emolevyllä olevat lisäkorttipaikat ovat väylän liittymiä oheislaitteille. Tällä hetkellä oikeastaan kaikissa mikroissa on vanhahko ja hidas ISA-väylä sekä nopeampi ja kehittyneempi PCI-väylä. ISA-väylää käytetään vanhemmille sekä hitaille laitteille. Molempia liittimiä on yleensä 3 - 4 kappaletta.

Pääosat

Emolevyn osat voidaan jakaa seuraaviin pääosiin:

- Prosessori
- Matematiikkaprosessori
- BIOS-ROM
- Oheispiirit
- Muisti
- Välimuisti
- Korttipaikat (väylä)
- Sarja- ja rinnakkaisliitännät

Seuraavassa kuvassa on esimerkkinä Baby AT -tyyppisen emolevyn pääosat ja osajärjestys. Huomaa, että esimerkiksi ATX-emolevyllä osat sijoittuvat eri paikkoihin. Pääosat ovat kuitenkin samat.



Kuva: Baby AT -emolevy ja sen pääosat.

Jokaisella emolevyn osalla on oma tehtävänsä, joita käydään läpi tämän kirjan seuraavissa luvuissa.

Liitännät

Emolevyllä on muutamia liitäntöjä, joista osa on vakiona kaikissa emolevyissä ja osa löytyy vain joistakin emolevyistä. Näppäimistöliitäntä on joka emolevyssä. Normaalikokoinen DIN-liitäntä on yleisempi ja joissakin mikroissa käytetään pienempää PS/2-liitäntäkokoa. Esimerkiksi monet merkkimikrot kuten IBM, ICL ja Compaq sekä useimmat kannettavat mikrot käyttävät pienempää näppäimistöliitäntää.

Sarja- ja rinnakkaisliitännät voivat sijaita emolevyllä tai ne voivat olla erillisellä laajennuskortilla. Emolevyllä sijaitsevia portteja on syytä varoa, sillä jos virtapiikki rikkoo niiden ohjauspiirin voi ainoana korjausvaihtoehtona olla koko emolevyn vaihto. Liitännät voivat olla emolevyn takareunassa tai piikkiliitäntöinä emolevyn keskellä, jolloin on käytettävä välikaapeleita.

Emolevylle integroitu levyasemaohjain liitäntöineen on yleinen uusissa emolevyissä. Näin ne säästävät korttipaikkatilaa muille korteille. Ohjain käsittää levykeasemaohjaimen ja EIDE-ohjaimen (ATA-2) neljälle IDE-laitteelle. Liitännät ovat piikkiliitäntöinä, jolloin on kaapelit kytketään asemasta suoraan emolevylle.

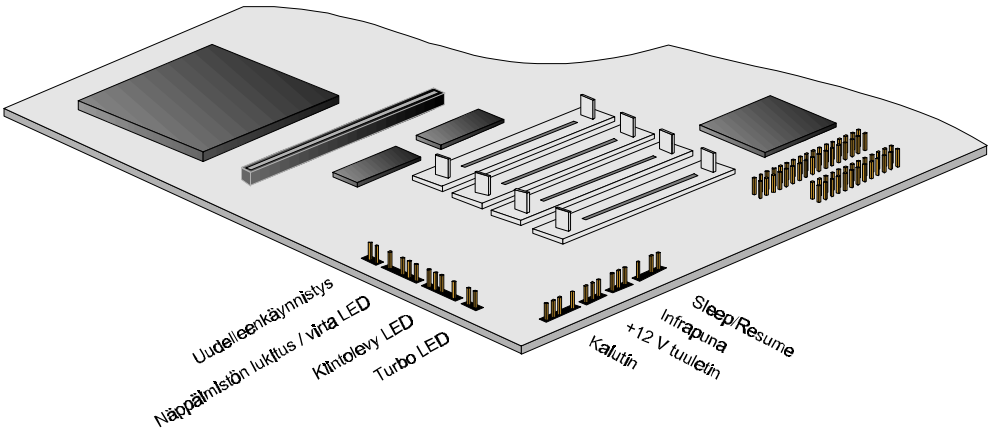
Näytönohjain, verkkokortti ja äänikortti ovat myös joissakin emolevyissä integroituna. Niiden liitännät ovat useimmiten emolevyn takareunassa näkyen kotelon takaa.

Lisäksi emolevyllä on tyypistä riippuen erilaisia piikkiliitäntöjä eri laitteille, kytkimille ja LED-merkkivaloille. Esimerkiksi mikron virran päälläolon ilmaiseva valo ja kiintolevyn luku/kirjoitus-valo saatetaan ottaa emolevyn liitännöistä.

Koteloissa on valmiita johtoja, jotka voidaan kytkeä näihin liitäntöihin. Yleensä niiden kannassa lukee kohteen nimi. Esimerkiksi kiintolevyn merkkivalokaapelissa lukee HDD ja uudelleenkäynnistyskaapelissa lukee Reset. Myös monissa emolevyissä on liittimen kohdalla teksti, mihin käyttöön se on tarkoitettu. Jos tekstejä ei ole, on seurattava johtoa pitkin

ja katsottava mihin kohteeseen johto kulkeutuu.

Seuraavassa kuvassa on tyypillisen emolevyn piikkiliitännät.



Kuva: Emolevyn piikkiliitännät.

Kaapeleita kytkettäessä on huomattava, että LED-merkkivalo toimii tasavirralla. LED toimii vain silloin kun virta kulkee oikeaan suuntaan. Jos merkkivalo ei syty, vaihda kaapeli toisinpäin.

Uudelleenkäynnistys Tähän kytketään Reset-kytkimen johto. Kytkintä painettaessa mikro käynnistyy uudelleen.

Näppäimistön lukitus Jos mikron kotelossa on näppäimistön lukitusmahdollisuus, kytketään sen johto tähän ja näppäimistön käyttö saadaan estettyä.

Kiintolevy LED Tähän kytketään kotelon kiintolevyn merkkivalon johto. Kun kiintolevyä käytetään, syttyy LED palamaan.

Turbo LED Tähän kytketään kotelon Turbo-kytkin. Kun kytkintä painetaan, siirtyy mikro hitaampaan/nopeampaan toimintatilaan. Nykyisin kytkimellä ei ole juuri merkitystä, sillä mikroa käytetään aina nopeimmalla mahdollisella kellotaajuudella.

Kaiutin Mikron kotelon kaiuttimen johdot kytketään tähän. Vasta sen jälkeen mikron piippausäänet on kuultavissa.

+12 V tuuletin Jos kotelossa käytetään erillistä prosessorin tuuletinta, se voidaan kytkeä tähän.

Infrapuna Infrapuna (IrDA) -yksikkö kytketään tähän. Silloin infrapunaliitäntää tukevaan kannettavaan mikroon voidaan siirtää tietoa infrapunan avulla.

Sleep/Resume Mahdollinen Sleep/Resume-kytkin asennetaan tähän. Sen avulla voidaan napin painalluksella siirtyä virransäästötilaan ja painamalla uudestaan palautua normaalitilaan.

Muisti

Mikron muisti sijaitsee emolevyllä. Mikrolla käsiteltävän tiedon on aina oltava muistissa.

Muisti laajennetaan yleensä SIMM- tai DIMM-muistimoduuleilla. Molemmat tyypit voivat sijaita samalla emolevyllä, mutta ne eivät voi olla käytössä yhtä aikaa. Huomaa, että emolevyjen tuki erikokoisille muistimoduuleille vaihtelee. Jotkut mallit hyväksyvät esimerkiksi suurimmillaan 16 megatavun muistimoduulit ja joihinkin käy jopa 64 megatavun muistimoduulit. Muistirakenteita on myös erilaisia, jotka eroavat toisistaan toimintatapansa lisäksi muun muassa nopeudeltaan.

Muistin minimimäärä on uusissa Pentium-mikroissa kahdeksan megatavua, jolla Windows 95 saadaan toimimaan kohtuullisella tavalla. Suurempi määrä on suositeltavaa, jolloin ohjelmien käyttö nopeutuu. Muistin maksimimäärä ja laajennusmahdollisuudet eri mikroissa vaihtelevat jonkin verran. Maksimimuistimäärä eri emolevyillä on noin 16 - 512 megatavua riippuen emolevyn rakenteesta.

Kun emolevyn muistikapasiteetti loppuu, on muistia laajennettava erillisellä muistikortilla.

Muistin rakenteista, laajentamisesta ja käytöstä on tarkemmin luvussa Muisti.

Integrointi

Emolevyihin pyritään lisäämään koko ajan enemmän sellaisia tietokoneen oheislaitteita, jotka ovat aikaisemmin vaatineet lisäkortin. Integroimalla mahdollisimman paljon, saadaan enemmän vapaita korttipaikkoja ja pienennettyä koko keskusyksikön kokoa. Lisäkorttien tarvekin vähenee, jonka johdosta emolevyllä ei tarvita korttipaikkojakaan niin paljon kuin aikaisemmin.

Kaikkien keskusyksikön osien pieneneminen mahdollistaa yhä pienempien mikrojen valmistamisen. Myös virrankulutus ja vikojen ilmaantumisriski pienenevät osien lukumäärän vähentyessä.

Tärkeä seikka on myös hinta. Kun oheislaitteet integroidaan suoraan emolevylle, tulee ratkaisu selvästi edullisemmaksi kuin erillisten korttien hankinta. Integroinnin haittapuolena on kuitenkin jonkin emolevyn osan rikkoutuminen, vaikka se onkin harvinaisempaa. Edessä on silloin koko emolevyn vaihto, koska korjaaminen saattaa olla mahdotonta tai se voi tulla kalliimmaksi kuin uuden emolevyn osto.

Erillisen lisäkortin rikkoutuessa on helppo vaihtaa se uuteen kustannusten jäädessä vain rikkoutuneen osan kohdalle. Jos vioittuminen koskee ainoastaan merkitsemättömämpää osaa, kuten esimerkiksi näytönohjainta, voidaan tarvittaessa ostaa näytönohjainkortti ja ohittaa emolevyn vioittunut näytönohjaus.

Yleisimmät emolevyyn lisätyt osat, jotka aiemmin ovat olleet lisäkortteina, ovat sarja- ja rinnakkaisliitännät sekä näytönohjain ja levyohjaimet. Emolevyn näytönohjaimen suurin resoluutio saattaa olla pienempi kuin lisäkorttimalleissa. Jos tarvitaan suurempaa resoluutiota tai nopeutta, on hankittava uusi näytönohjain. Korttimallinen näytönohjain saadaan käyttöön, kun emolevyllä oleva ohjain poistetaan käytöstä jumpperiasetuksella tai se ohitetaan automaattisesti.

Emolevylle usein integroituja laiteosia ovat

- Näytön ohjaus
- Levyasemien ohjaus
- Sarja- ja rinnakkaisliitännät
- USB-liitäntä
- Verkkokortti
- Äänikortti

Joissakin mikroissa on rinnakkais- ja sarjaliitännät integroitu emolevylle. Portin ohjauspiirit ovat kohtalaisen vika-alttiita. Jos ohjauspiiri on kiinnitetty pintaliitoksella emolevylle, on sen hajoamisen seurauksena koko emolevyn vaihto. Lisäkortilla olevien porttien asentaminen on helppoa ja mikroon voidaan hankkia tarvittavat liitännät. Rikkoutumisia voit välttää, kun et kytke kaapeleita silloin kun mikrossa ja kytkettävässä oheislaitteessa on virta päällä.

Emolevyllä sijaitseva kiintolevyohjain on useimmiten IDE-tyyppiä (*ATID*). SCSI- ja ESDI-ohjaimet asennetaan lähes aina erillisillä korteilla, joskin SCSI-ohjain on yleistymässä myös emolevylle integroituna. Jos asennetaan ESDI-kiintolevy, on IDE kytkettävä pois, koska nämä kaksi ohjainta eivät voi olla käytössä rinnakkain. SCSI-kiintolevy on ainoa, jonka voi kytkeä jonkin toisen levyohjaimen rinnalle (esimerkiksi ST-506-, IDE- tai ESDI-kiintolevy). Levykeasemaohjaus hoidetaan uusimmissa tietokonemalleissa suoraan emolevyltä. Vanhemmissa mikroissa on erillinen ohjain, joka hoitaa kiintolevy- ja levykeasemaohjauksen.

Paikallisväylä on yleistynyt nopeasti uusissa emolevyissä. Se mahdollistaa lisäkorttien asentamisen 32-bittiseen väylään, joka toimii prosessorin kellotaajuudella. Tarkemmin paikallisväylästä on luvussa Väylä.

Emolevy vai emokortti?

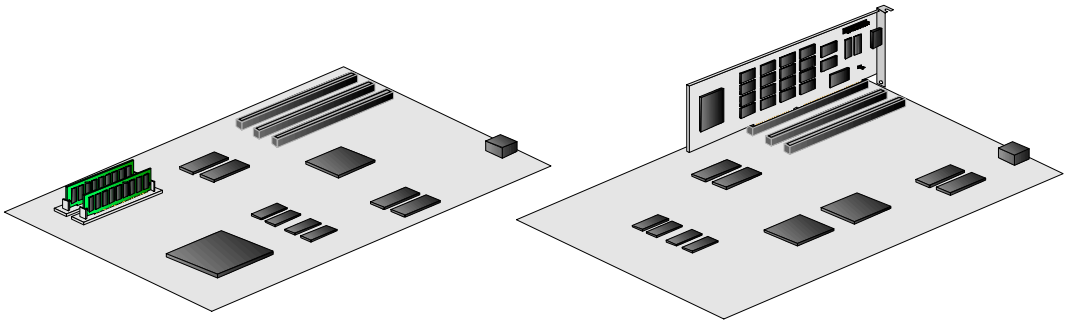
Emolevyjä periaatteeltaan kahta eri tyyppiä.

- Yleisin on mikron kotelon pohjalla oleva **emolevy**, johon lisäkortit liitetään siinä oleviin liitäntäpaikkoihin.

- Toinen vaihtoehto on kotelon pohjalle asennettava **passiivinen emokortti**, joka toimii itse asiassa väyläkorttina. Tähän emokorttiin kiinnitetään lisäkortit, muistikortit sekä myös itse prosessorikortti lisäkortteina.

  Ratkaisu mahdollistaa tehokkaamman prosessorin päivityksen ilman kokonaisen emolevyn ostamista. Lisäksi erillisen prosessorikortin vaihtaminen on huomattavasti helpompaa kuin koko emolevyn vaihtaminen uuteen. Vaihdossa ei tarvitse irrottaa lisäkortteja ja emolevyä, vaan yhden lisäkortin irrottaminen ja uuden kiinnittäminen riittää.

Haittapuolena on ratkaisun harvinaisuus ja sitä myötä korkea hinta. Uusi prosessorikortti on oltava saman valmistajan kuin emokorttikin.



Kuva: Vasemmanpuoleisessa kuvassa on tavallinen emolevy. Oikeanpuoleisessa kuvassa on väylänä toimiva emokortti, johon varsinainen prosessorikortti kiinnitetään.

Joissakin emolevyissä lisäkorttipaikat voivat sijaita pystyssä olevassa kortissa. Itse emolevyllä on prosessori ja muistit sekä yksi laajennuspaikka. Tässä laajennuspaikassa on lisäkortti, jossa on keskimäärin kolme laajennuspaikkaa. Uudet lisäkortit tulevat siis vaakatasoon.

Etuna tällaisesta ratkaisusta on tilan säästäminen kotelossa. Haittana on vähäinen laajennusmahdollisuus ja epästandardi ratkaisu. Uuden standardiemolevyn vaihtaminen koteloon on mahdotonta.

Emolevytyypit

Emolevyjä valmistetaan seuraavia eri päätyyppejä:

- PC/XT *Ei valmisteta enää*
- AT (Full-Size AT) *Ei valmisteta enää*
- Baby AT
- ATX
- LPX
- NLX

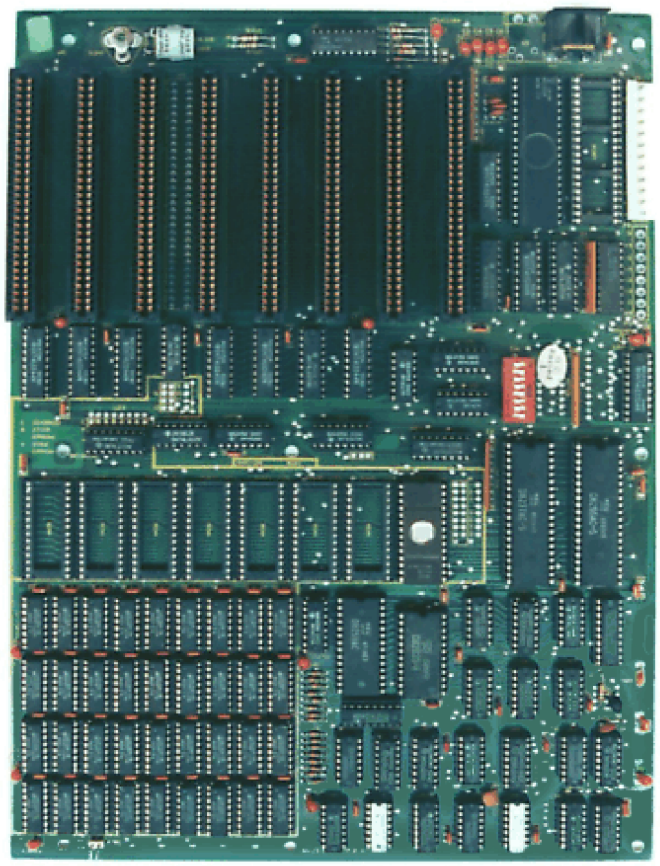
Huomaa, että PC/XT- ja AT-emolevyjä ei enää valmisteta.

Uudemmat prosessorit suunnitellaan tavallisiin pöytämikroihin Baby AT- ja ATX-emolevyille. Pienikokoisissa mikroissa käytetään LPX- ja yhä enenevissä määrin NLX-emolevyä.

Seuraavana kerromme niiden tärkeimmät käyttökohteet ja ominaisuudet.

PC/XT

PC-mikroja (8086/88-prosessori) ei ole valmistettu pitkään aikaan, joten tämä emolevytyyppi on täysin vanhentunut.



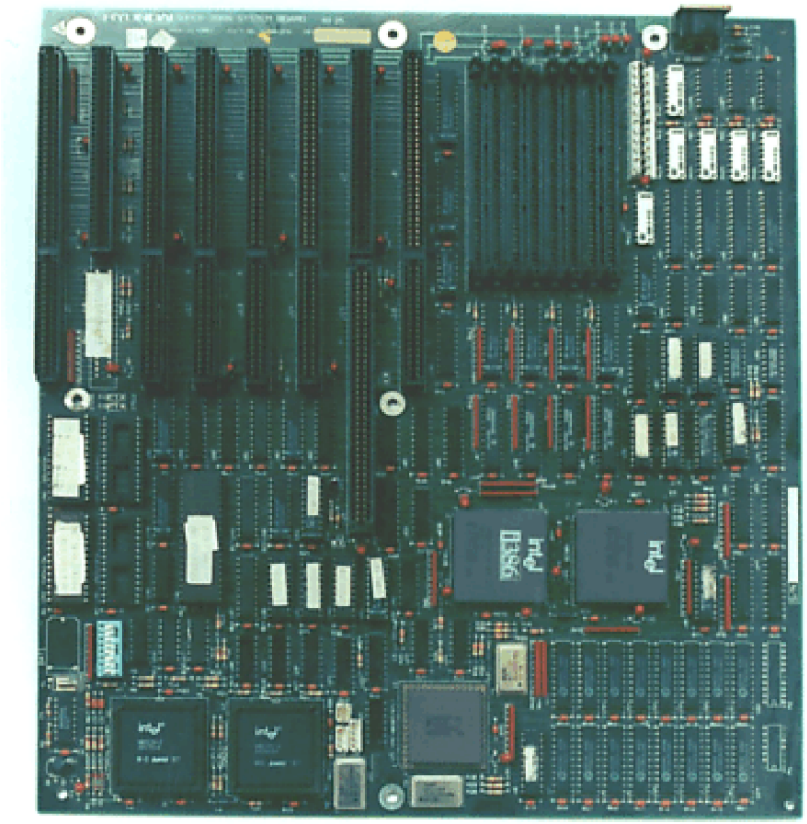
Kuva: PC/XT-emolevy.

Huomaa, että kaikki ISA-paikat ovat 8-bittisiä. Prosessori ja matematiikkaprosessori sijaitsevat oikeassa yläkulmassa näppäimistöliittimen alapuolella.

Muisti on muodostettu 64 kilotavun DIP-piireillä, joita on kaikkiaan 36 kappaletta. Muistia on kaikkiaan 256 kilotavua, joka on myös tämän emolevyn maksimimäärä.

AT

Päätyypit ovat keskenään eri kokoisia, joista **AT-emolevy** on se vanhin ja suurikokoisin. Sitä kutsutaan myös täysikokoiseksi emolevyksi ja mitat ovat keskimäärin 30 x 34 cm. Pääsääntöisesti tätä emolevytyyppiä on käytetty 286- ja 386-prosessoreille.



Kuva: AT-emolevy.

Kuvan 386-emolevyllä on 8- ja 16-bittisiä ISA-laajennuspaikkoja. Yksi 32-bittinen erikoislaajennuspaikka löytyy myös. Prosessori sijaitsee ISA-paikkojen oikealla puolella ja sen alapuolella on matematiikkaprosessori. SIMM-muistipaikkoja on 8 kappaletta 30-pinnisille muistimoduuleille. Välimuistipiirit sijaitsevat oikeassa alareunassa DIP-piireillä.

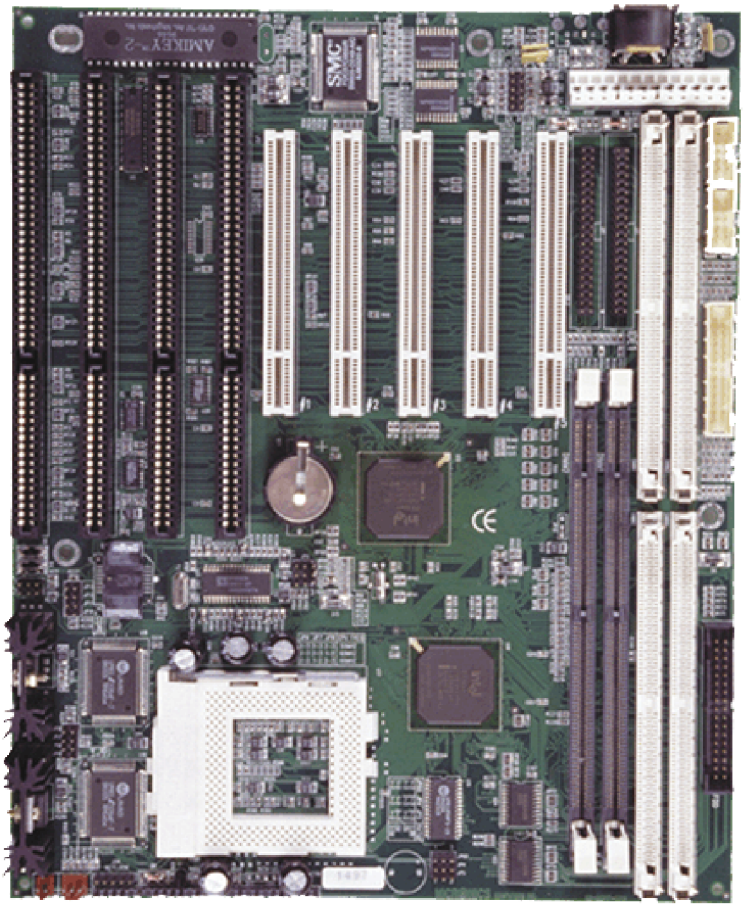
Näitä emolevyjä ei ole valmistettu pitkään aikaan. Lähes kaikki 486-prosessorilla varustetut ja sitä uudemmat emolevyt ovat Baby AT- tai muuta emolevymallia.

Baby AT

Baby AT -emolevy on noin puolet pienempi kuin AT-emolevy. Vaikka emolevyistä löytyy runsaasti hieman toisistaan poikkeavia kokoja, on kiinnitysreikiä on kuitenkin runsaasti ja ne sijaitsevat vakiopaikoilla.

Baby AT -emolevyt sopivat kaikkiin pöytä- ja tornikotelomalleihin, mutta täysikokoiset emolevyt eivät välttämättä mahdu pieniin pöytäkoteloihin.

Lähes kaikki nykyiset emolevyt ovat niinkutsuttuja Baby AT -emolevyjä, jotka ovat kooltaan noin 22 x 34 cm tai pienempiä. ATX-emolevymalli syrjäyttää kuitenkin pikkuhiljaa Baby AT -emolevyä.



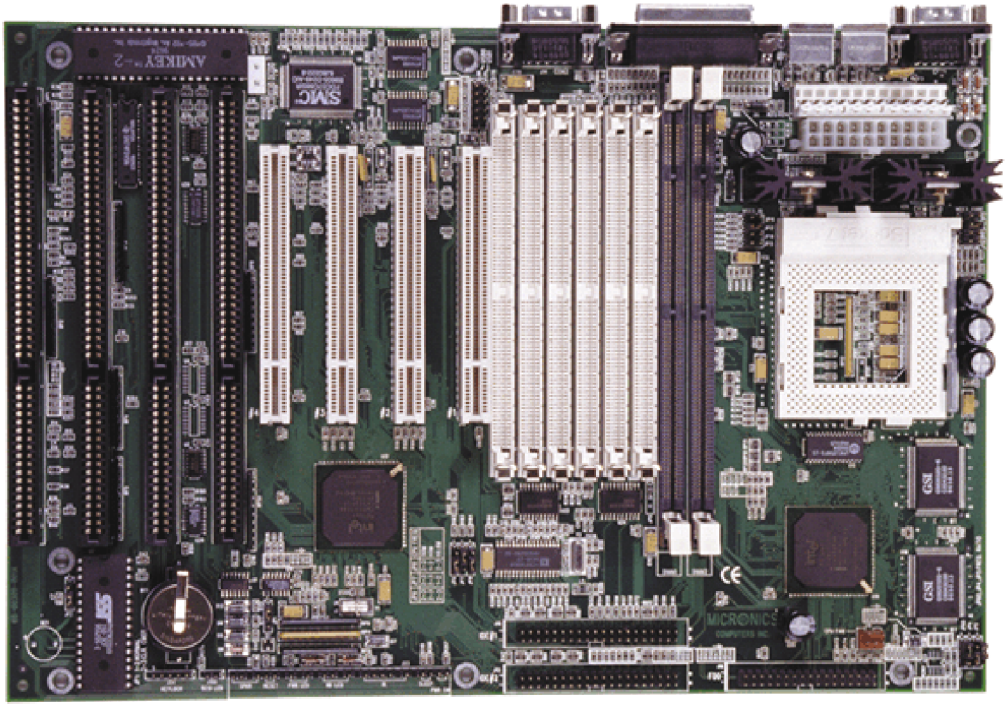
Kuva: Baby AT -emolevy, jossa on Pentiumille sopiva kanta (Socket 7).

Huomaa, prosessorin paikka korttipaikkojen edessä. Korkea jäähdytyssäleiköllä varustettu prosessori estää silloin pitkien lisäkorttien asennuksen kyseisiin kohtiin. Kuvan emolevylle voidaan asettaa DIMM- tai SIMM-muistimoduuleja.

ATX

Uusin emolevytyyppi on nimeltä ATX. Sen suunnittelussa on huomioitu myös valmistuskustannukset, tulevaisuuden ratkaisujen lisäysmahdollisuudet sekä huollon ja asennusten helppous.

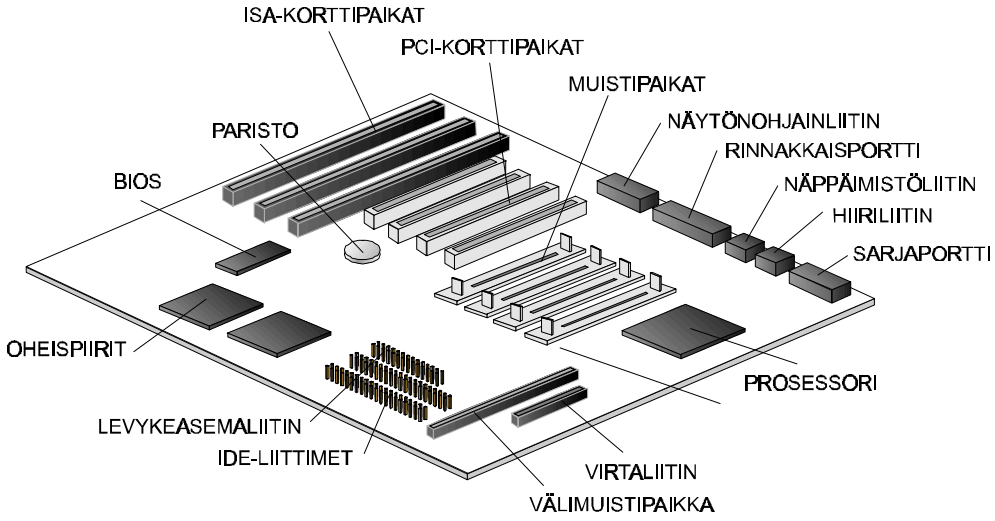
ATX-emolevyllä on erilainen virtaliitin sekä muut liittimet sijaitsevat emolevyn takareunassa, joten sitä ei voi asentaa vanhoihin koteloihin. Emolevyn koko on 30,5 x 24,4 cm.



Kuva: ATX-emolevy, jossa on Pentiumille sopiva kanta (Socket 7).

Seuraavassa kuvassa esitellään ATX-emolevyn pääosat ja niiden paikat. Muun muassa portit, korttipaikkaliittimet ja prosessori ovat standardin mukaisilla paikoilla. Prosessorin paikkaa on muutettu Baby AT -emolevyyn verrattuna sen takia, että prosessorin jäähdytyssäleikkö ei estä pidempien lisäkorttien asentamista.

Kuvan emolevylle voidaan asettaa DIMM- tai SIMM-muistimoduuleja. Prosessorin yläpuolella näkyy VRM-modulaattori, jonka yläpuolella on virtalähteen liitin.



Kuva: ATX-emolevyn pääosat ja niiden paikat.

Emolevyllä voi olla myös toinen sarjaportti eikä integroitu näytönohjain ole pakollinen. Emolevyn takapaneelissa voi olla lisäksi MIDI/Joystick-liitäntä sekä audio-liitännät.

Koska prosessori sijaitsee sivussa, ei sen vaihdon takia tarvitse irroittaa lisäkortteja. Eikä korkea prosessorin jäähdytysrakenne myöskään estä pidempien lisäkorttien asennusta.

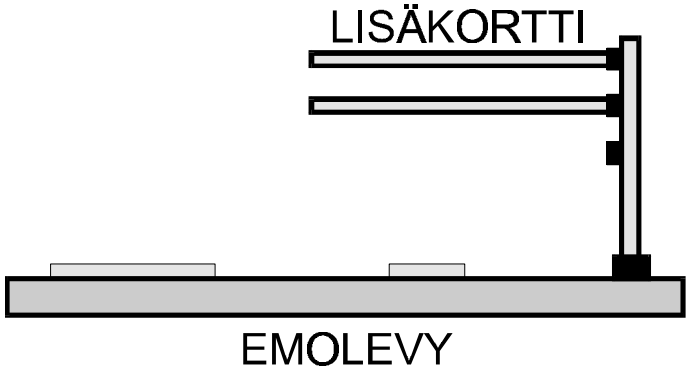
Levyasemien liitännät ovat lähempänä levyasemia, joten kaapelit voivat olla lyhyitä. Lisäksi kaapelit eivät peitä mitään osia emolevyltä, koska niitä ei tarvitse kytkeä emolevyn toiselta puolelta.

Mini-ATX on kehitetty vielä pienempiä mikroja varten. Osien järjestykset emolevyllä ovat lähes samat, mutta koko on vain 28,4 x 20,8 cm.

LPX

LPX- ja Mini-LPX-emolevyt ovat suunniteltu pienikoteloisiin mikroihin, jotka tunnetaan nimillä Low Profile ja SlimLine. Näistä emolevyistä on useita eri variaatioita, eivätkä suurin osa niistä ole keskenään yhteensopivia.

LPX-emolevyssä on pieni pohjakortti, jossa on yksi liitinpaikka. Siihen kiinnitetään väyläliittimet sisältävä kortti, jolloin lisäkortit tulevat vaakatasoon. Menetelmä vaatii hieman vähemmän tilaa kuin tavallinen emolevy.



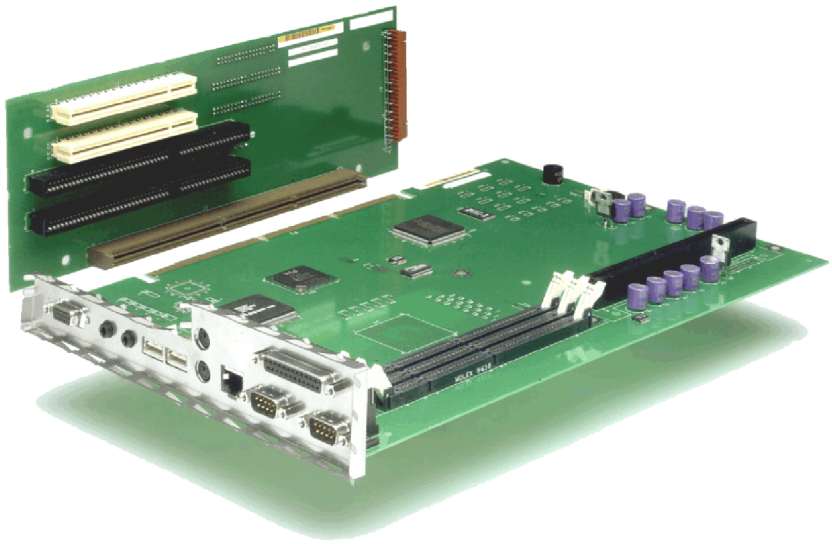
Kuva: LPX-emolevy sivusta katsottuna.

LPX-emolevyjä löytyy lähinnä tunnettujen mikrovalmistajien pienikokoisimmista mikroista.

On huomattava, että korttipaikkoja on selvästi vähemmän kuin tavallisessa emolevyssä. LPX-mallia ei ole tarkoitettukaan monipuolisiin laajennuksiin, vaan aivan peruskäyttöön.

NLX

NLX on uusin emolevystandardi pienikoteloisiin mikroihin. Emolevyn suunnittelussa on kiinnitetty huomiota laajennusmahdollisuuksiin, asennuksen helppouteen ja kustannuksiin. NLX tulee korvaamaan LPX-emolevyt.



Kuva: NLX-emolevy.

Lisäkortit tulevat vaakatasoon. Kuvan emolevyssä on kaksi PCI- ja kaksi ISA-korttipaikkaa. Muisti on asennettavissa DIMM-muistimoduuleilla kolmeen paikkaan.

On huomattava, että korttipaikkoja on selvästi vähemmän kuin tavallisessa emolevyssä. NLX-mallia ei ole tarkoitettukaan monipuolisiin laajennuksiin, vaan aivan peruskäyttöön.

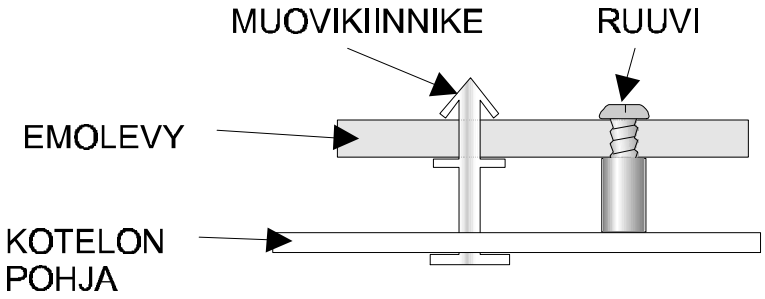
Kiinnitys koteloon

Emolevyjen standardikoot mahdollistaa emolevyn kiinnittämisen eri kotelomalleihin. Emolevyn kiinnikkeiden paikat, joista se kiinnitetään koteloon, vaihtelevat sekä emolevyissä että koteloissa. Reikiä on siksi useampia, eikä emolevyä tarvitsekaan kiinnittää niistä kaikista. Kunhan se saadaan tukevasti pysymään paikallaan.

Sekä emolevyssä että kotelon pohjassa oleviin kiinnitysreikiin kytketään muovikiinnikkeet. Ne pitävät emolevyn irrallaan kotelon metallisesta pohjasta.

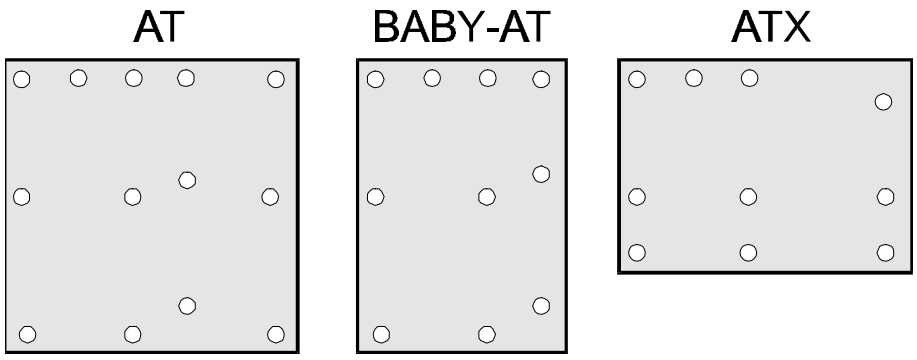
Yhteen tai useampaan reikään on kiinnitettävä myös ruuvikanta, jolloin emolevy saadaan ruuvattua tukevasti paikalleen. Muutoin se voi liikkua ja synnyttää oikosulun. Molemmat kiinnikkeet tukevat emolevyä, kun siihen asennetaan lisäkortteja tai muisteja.

Kiinnikkeet kannattaa sijoittaa aina emolevyn nurkkiin, sekä lisäkorttipaikkojen että muistikantojen viereen.



Kuva: Emolevyn muovikiinnike ja kiinnitysruuvi.

Seuraavassa kuvassa on tyypilliset kiinnitysreikien sijainnit eri emolevytyypeillä. Kuva yläreuna vastaa mikron takareunaa.



Kuva: Emolevytyyppien kiinnitysreiät.

Kiinnitysreikien sijainnin lisäksi näppäimistöliitännän sijaintipaikka on tärkeä. Sen on sovittava kotelossa olevaan liitäntäreikään. Uudet emolevyt ovat standardimitoituksilla, mutta vanhemmissa sekä merkkimikrojen emolevyissä jopa näppäimistöliitännän paikka saattaa vaihdella.

Huomaa, että moniin merkkimikroihin ei voi asentaa tavallista emolevyä. Merkkimikrojen emolevyjen liitännät saattavat olla suoraan emolevyn reunassa ja muotoilu sellaista, että mikron koteloon ei yksinkertaisesti sovi mikään 'tavallinen' emolevy.

Emolevyn vaihto saattaa tulla eteen, jos emolevy rikkoutuu ja mikron takuu on jo ummessa. Merkkimikron oma emolevy saattaa maksaa moninkertaisesti enemmän kuin 'tavallinen' emolevy.

BIOS-ROM

BIOS-ROM on muistipiiri *(Flash EEPROM)* tai piiripari *(Even- ja Odd-piirit)*, jotka sisältävät perustiedot tietokoneen käynnistystä varten. Ilman perustietoja mikro ei tietäisi käynnistyessään edes minkälainen kiintolevy on kytketty mikroon ja miten sitä pitäisi käyttää.

Kun virta kytketään päälle, käynnistää prosessori ensimmäisenä BIOS-ROMmilla olevan käynnistysohjelman, jota kutsutaan nimellä POST (*Power On Self Test*). Se tekee lukuisia systeemin tarkastuksia, kuten väylän, muistin, näppäimistön, levyasemien ja näytönohjaimen tarkistukset.

Virhetilanteista POST ilmoittaa erilaisilla merkkiäänillä ja virhekoodeilla, jotka on selvitetty kirjan lopun liitteessä. Oheislaitteiden tarkistusten ja käyttöönoton jälkeen käynnistetään varsinainen käyttöjärjestelmä levykeasemalta tai kiintolevyltä.

Tunnetuimmat BIOSit ovat seuraavat:

- IBM vain omat mikrot (International Business Machines)
- AMI (American Megatends Inc.)
- Award (Award Software Inc.)
- MR. (Microid Research Inc.)
- Phoenix (Phoenix Technologies Ltd.)

CMOS-muistissa säilytetään mikron kokoonpanotietoja esimerkiksi kellon aika ja kiintolevyn tyyppi, joita POST käyttää käynnistäessään tietokoneen toimintavalmiiksi. CMOS-muisti oli ensimmäistä kertaa IBM AT -mikrossa.

Rakenne

Tyypillinen BIOS on 128 kilotavun kokoinen, joka on juuri 1 megabitin piirin kokoinen. Seuraavassa taulukossa on Intel 28F001BXT FLASH-BIOSin varaamat alueet ja käyttö.

BIOSin rakenne (128 kt)			
Muistialue		**Koko**	**FLASH-muistialue**
F0000	FFFFF	64 kt	Pääosio (BIOS)
EE000	EFFFF	8 kt	Käynnistysosio (ei tyhjennettävissä)
ED000	EDFFF	4 kt	PnP ESCD-varastoalue
EC000	ECFFF	4 kt	OEM logo -alue
E0000	EBFFF	48 kt	Varattu

Varattua aluetta käytetään hyväksi silloin, jos BIOSin päivitys on epäonnistunut ja BIOS on jäänyt epävakaaseen tilaan. Tällöin varattu alue siirretään pääosion paikalle ja käynnistysosio sen loppuun.

ESCD *(Extended Sytem Configuration Data)* sisältää PnP-laitteiden asetukset. Jos laitteisto ei toimi kunnolla jonkin PnP-laitteen vuoksi, voidaan ESCD-alue tyhjentää emolevyltä löytyvällä jumpperilla.

Uudemmat BIOSit ovat 2 megabitin (256 kt) kokoisella piirillä. Intel PA28FB200BX:n sisältö on seuraavanlainen.

BIOSin rakenne (256 kt)			
Muistialue		**Koko**	**FLASH-muistialue**
F0000	FFFFF	64 kt	Pääosio (BIOS)
EC000	EFFFF	16 kt	Käynnistysosio (ei tyhjennettävissä)
EA000	EBFFF	8 kt	PnP ESCD-varastoalue
E9000	E9FFF	4 kt	Varattu BIOSille
E8000	E8FFF	4 kt	OEM logo -alue
E0000	E7FFF	32 kt	POST BIOS
D0000	DFFFF	64 kt	Varattu BIOSille
C0000	CFFFF	64 kt	Varattu BIOSille

POST ja mikron käynnistyminen

Tyypillisen mikron käynnistysvaiheet ovat seuraavat:

- Kun virta on kytketty päälle, tulee näytön ylälaitaan näytönohjaimen tietoja. Yleensä siinä näkyy näytönohjaimen nimi, sen BIOS-versio ja näytönohjaimen muistin määrä.

- Emolevyn BIOS-versio ja tekijänoikeustiedot tulevat näytönohjaimen tietojen alle.

- Emolevyllä olevan muistin laskeminen alkaa ja numerot näkyvät juoksevina näytössä. Joissakin malleissa kuuluu samalla pieni tikitysääni.

- Kun POST on suoritettu onnistuneesti, näkyy näytöllä usein mikron kokoonpanotiedot: prosessorin tyyppi, levyasemat, muistin määrä, näytönohjaimen tyyppi, sarja- ja rinnakkaisportit ja BIOSin tiedot.

- Jos SCSI-kortti on käytössä, ilmaantuu sen tiedot tähän väliin. Yleensä ilmoitetaan näppäinyhdistelmä, jolla SCSI-kortin tietoja voidaan muuttaa sekä kytketyt SCSI-laitteet.

- Viimeisenä BIOS suorittaa käyttöjärjestelmän lataamisen levyasemalta. Ensin sitä etsitään levykeasemalta ja sitten kiintolevyltä ellei SetUp-ohjelmassa ole toisin määritelty.

Jos käynnistyksen aikana on painettu vahingossa jotain näppäintä, tulee näyttöön hyvin usein ilmoitus Keyboard error. Press F1 to continue. Paina tällöin F1-funktionäppäintä, jolloin käynnistyminen jatkuu normaalisti.

IDE-asemat näytetään melkein kaikissa mikroissa käynnistyksen yhteydessä. Jotkut BIOS-versiot tosin eivät näytä IDE-CD-ROM-aseman tietoja. Näyttöön saattaa tulla Ei asemaa -teksti tai sitä ei ilmoiteta ollenkaan. Jos kiintolevy ei näykään enää ilmoituksessa, vaikka se on aikaisemmin toiminut, on sen kaapeli todennäköisesti löystynyt. Tarkista kaapelointi sekä emolevyltä että kiintolevystä.

IDE-asemien tutkiminen saattaa kestää jopa yli minuutin BIOSista riippuen. Aikaa ei pysty periaatteessa nopeuttamaan, varsinkaan, jos asemia on kytketty molempiin IDE-kaapeleihin.

Päivitys

Uudemmat Flash BIOSit voi päivittää ohjelmallisesti. Jos BIOSissa on havaittu virhe, on BIOS syytä päivittää uudempaan ja toimivaan versioon. Tämä on kylläkin melko harvinaista ja useimpien mikron käyttäjien ei koskaan tarvitse päivittää BIOSia.

Valmis päivityslevyke

Jos käytössäsi on valmis päivityslevyke, tapahtuu Flash BIOSin päivittäminen seuraavasti:

- Käynnistä mikro, siirry SetUp-ohjelmaan ja merkitse ylös CMOS-asetukset. Kun BIOS päivitetään, nollautuvat kaikki asetukset. Poistu SetUp-ohjelmasta ja sammuta mikro.
- Aseta levyke A-asemaan ja käynnistä mikro. Päivitysohjelma käynnistyy automaattisesti.
- Seuraa päivitysohjelman ohjeita. Valitse "Update Flash Memory From a File" tai vastaava vaihtoehto. Sen alla saattaa olla vielä valittavana "Update System BIOS" tai vastaava. Kun päivitys on alkanut, se kestää noin minuutin verran.
- Ota levyke pois asemasta ja käynnistä mikro. Mikron käynnistyessä näet näytön ylälaidassa BIOSin nimen ja version. Tarkista, että se on todella muuttunut.
- Siirry SetUp-ohjelmaan ja päivitä ne tiedot, jotka ovat muuttuneet (nollautuneet).
- Poistu SetUp-ohjelmasta. BIOSin päivitys on suoritettu.

Ole hyvin varovainen päivittäessäsi BIOSia! Seuraa tarkasti sen antamia ohjeita.

Päivityslevykkeen hankkiminen

Jos Flash BIOSissa on todella havaittu virhe, voit saada päivityslevykkeen mikron myyjältä tai tukipalveluista. Nopeimmin sen saat Internetin tai BBS:n kautta. Esimerkiksi Intelin emolevyjen BIOS-tiedostoja on saatavilla osoitteista ftp://intel.com/pub/bios tai ftp://ftp.funet.fi/pub/mirrors /ftp.intel.com/bios.

Huomaa, että on tiedettävä tarkkaan minkälainen emolevy on kyseessä, jotta hankkimasi BIOS-versio on juuri se oikea.

Kun lataat verkosta päivityslevykkeen tietoja, seuraa mukana ohjeet tietojen siirtämisestä levykkeelle.

Flash BIOSin palautus

Jos Flash BIOSin päivitys on epäonnistunut niin, että se ei toimi vakaasti, on olemassa vielä päivitysmahdollisuus. Huomaa, että tätä ei ole kaikissa emolevymalleissa.

Tyypillinen palautustoiminta tapahtuu seuraavasti:

- Käännä emolevyltä Flash Recovery -kytkin päälle.
- Aseta BIOS-päivityslevyke A-asemaan.
- Kytke mikroon virta päälle.
- Päivitys alkaa automaattisesti. Kaiuttimesta kuuluu piippausääniä ja levykeaseman valo vilkkuu lukutahtiin. Huomaa, että näytölle ei tule mitään. Kun levykeaseman valo ei enää pala hetkeen, on päivitys suoritettu.
- Sammuta virta mikrosta.
- Käännä Flash Recovery -kytkin takaisin alkuperäiseen asentoon.
- Käynnistä mikro niin, että levyke on edelleen A-asemassa.
- Suorita normaali BIOSin päivitysrutiini.

CMOS

BIOS toimii rinnakkain toisen piirin kanssa, jossa säilytetään mikron perustietoja. Tällä piirillä tiedot pysyvät tallessa paristovarmistuksella silloinkin, kun mikro ei ole kytketty verkkovirtaan. Muistissa olevien tietojen avulla mikro pystyy käyttämään oheislaitteita, kuten kiintolevyjä, oikein.

Puhekielessä tästä rinnakkaisesta piiristä käytetään CMOS-nimitystä *(Complimentary Metal Oxide Semiconductor)*, vaikka oikea nimi onkin NVRAM *(Non Volatile RAM)*. CMOS on vain NVRAMin tekemiseen käytetyn tekniikan nimi. Koska CMOS on niin yleistynyt nimi, käytämme sitä myös jatkossa tässä kirjassa. Eli lyhyesti sanottuna CMOS-asetukset, joita BIOS käyttää, ovat tallennettuna NVRAM-muistiin.

CMOSin 64 tavun muistissa pidetään perustiedot muun muassa levyasemista, muistista, kellon ajasta ja muista määrityksistä. SetUp-ohjelman avulla muutetaan CMOS-muistin tietoja.

AT-tason ja uudemmissa mikroissa on akku/paristokäyttöinen reaaliaikakello *(RTC, **R**eal-**T**ime **C**lock)*. Reaaliaikakello ei yleensä ole kovinkaan tarkka. Silloin tällöin kannattaa tarkistaa mikron kellonaika ja korjata se tarvittaessa.

Kun mikrosta katkaistaan virta, säilyvät tiedot pariston avulla. Pariston loppuun kulumisen huomaa kun kello ei pysy ajassa ja viimein kaikki tiedot häviävät CMOS-muistista.

Ohjelmaa, jolla CMOSin tietoja muutetaan, kutsutaan SetUp-ohjelmaksi. Se voi olla levykkeellä oleva ohjelma tai se voi sijaita BIOS-ROMmissa. ROM-piirillä sijaitseva SetUp on kaikissa uudemmissa mikroissa ja se on myös selvästi yleisempi. ROM-piirillä sijaitsevan SetUp-ohjelman etuna on se, että SetUp saadaan aina käynnistettyä näppäimistöltä.

Muista laittaa SetUpin tiedot ylös mahdollisen pariston loppuunkulumisen takia. Joskus jännitepiikki tai lisäkortin asentaminen voi yllättäen myös tyhjentää tiedot. Varsinkin kiintolevyn tyypin muistaminen/selville ottaminen voi olla työlästä, jos sitä ole merkitty mihinkään muistiin. Uudemmat SetUp-ohjelmat tunnistavat automaattisesti kiintolevyjen parametrit, mutta epäyhteensopivuudet eivät ole harvinaisia.

Loppuunkulunut paristo on vaihdettava uuteen. Jos paristo on kolvattu emolevylle, on sen vaihto hankalampaa. Vaihto kannattaa teettää ammatti-

miehellä. Jos emolevyllä on liitäntä ulkoiselle paristolle, on sen vaihto helpompaa. Otetaan vain johto irti emolevyn liittimestä ja kytketään uuden pariston johto kiinni.

Yleistyvä käytäntö on pieni nappiparisto, joita käytetään myös rannekelloissa. Nappiparisto on helposti saatavilla, edullinen sekä helppo vaihtaa. Paristojen jännite on keskimäärin 3 - 4,5 volttia. Muista ottaa vanha paristo mukaan malliksi, kun olet ostamassa uutta.

Rakenne

CMOS-muisti on 64 tavun kokoinen muistilohko, jonka sisällön avulla tunnistetaan mikron peruskokoonpanoasetukset. Sen sisältöä voidaan muuttaa SetUp-ohjelmalla.

Mikro käyttää ajan laskemiseen kellotaajuudesta jaettuja pulsseja. Kellopiiri tallentaa reaaliajan CMOS-piirillä oleviin muistipaikkoihin 00h - 09h:

00h Sekunnit
01h Hälytysajan sekunnit
02h Minuutit
03h Hälytysajan minuutit
04h Tunnit
05h Hälytysajan tunnit
06h Viikonpäivä
07h Kuukauden päivä
08h Kuukausi
09h Vuosi

CMOS-piirillä on 4 reaaliaikakellon tilarekisteriä (8 bittisiä) A - D, muistipaikoissa 0Ah-0Dh (10 - 13):

0Ah Tilarekisteri A: (rekisterin lukeminen ja kirjoitus sallittu)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Rekisterin bitit
0 0 1 0 0 1 1 0   Arvoihin vaikuttaa kideoskillaattorin taajuus
. . . . ↑ ↑ ↑ ↑..  Ulostulotaajuuden määräävän jakosuhteen valinta,
. . . .           0110 = 1.024kHz, 976.562µs
. ↑ ↑ ↑.......... 22 asteisen jakajan ohjaus,
.                 mikäli perustaajuus on 32.768 KHz on bitit 010
↑.............. 1 = ajan päivitys käynnissä, 0 = aika/päivämäärä
                  luettavissa
```

0Bh Tilarekisteri B: (rekisterin lukeminen ja kirjoitus sallittu)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Rekisterin bitit
0 0 0 0 0 0 1 0   Oletusarvot
. . . . . . . ↑.. 1 = siirto kesäaikaan automaattisesti, 0 = ei siirtoa
. . . . . . ↑.... 1 = 24 tunnin kello, 0 = 12 tunnin kello
. . . . . ↑...... 1 = aika ja pvm binäärikoodina, 0 = BCD -koodina
. . . . ↑........ 1 = salli kanttiaaltomuotoinen taajuus, 0 = estä se
. . . ↑......... 1 = salli päivitykseen päättyvä keskeytys, 0 = estä se
. . ↑.......... 1 = salli hälytyksen keskeytys, 0 = estä se
. ↑........... 1 = salli jaksottaiset keskeytyksen, 0 = estä ne
↑................ 1 = estä kellon päivitys, 0 = päivitä normaalisti
```

0Ch Tilarekisteri C: (vain lukeminen sallittu)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Rekisterin bitit
- - - - 0 0 0 0   Oletusarvot
. . . . ↑ ↑ ↑ ↑..  varattu (0)
. . . ↑......... päivitykseen päättyvä keskeytys sallittu
. . ↑.......... hälytyksen keskeytys sallittu
. ↑........... jaksottainen keskeytys sallittu
↑................ IRQF lippu
```

0Dh Tilarekisteri D: (vain lukeminen sallittu)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Rekisterin bitit
1 0 0 0 0 0 0 0   Oletusarvot
. ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑..  varattu (0)
↑................ 1 = CMOS RAMmin käyttöjännite OK, 0 = käyttöjännite
                  puuttuu
```

CMOS RAM -piirin muistipaikasta 0E eteenpäin on tallennettu POSTin käyttämiä tietoja sekä koneen SetUp-tiedot:

0Eh Diagnostiikan tilatavu

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit
0 0 0 0 0 0 0 0   Mikäli kaikki on kunnossa
. . . . . . ↑ ↑..  Varattu (0)
. . . . . ↑...... 1 = aika ei ole pätevä, 0 = aika on ok
. . . . ↑........ 1 = kiintolevyn 0 (C:) initialisointi ei onnistunut,
. . . .           0 = kiintolevy ok
. . . ↑......... 1 = keskusmuistin koko ei täsmää laitetietoihin,
. . .             0 = keskusmuistin koko ok
. . ↑............ 1 = pätemätöntä määritystietoa löytynyt
                  0 = laitetieto ok
. ↑.............. 1 = määritystietueen tarkistussumma ei ole oikein
↑................ 1 = reaaliaikakellolla ei ole käyttöjännitettä
                  0 = käyttöjännite vakaa
```

0Fh Toiminnan lopettamisen tilatavu

Prosessorin resetin jälkeen tutkitaan tästä tavusta, oliko resetin tarkoituksena päästä pois 80286:n suojatusta tilasta.

```
a 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0   bitit (11 bittiä)
. . . . . . . . . . ↑.. uudelleen aloitus tai odottamaton toiminnan lopetus
. . . . . . . . . . ↑.... toiminnan lopetus muistin koon määrityksen jälkeen
. . . . . . . . ↑...... toiminnan lopetus muistitestin jälkeen
. . . . . . . ↑........ toiminnan lopetus muistivirheen johdosta
. . . . . ↑.......... toiminnan lopetus alkulatausohjelman pyynnöstä
. . . . ↑........... MP DWORD pyyntö INT-alustuksella
. . . ↑.............. suojatun tilan testi 7 onnistunut
. . ↑............... suojatun tilan testi 7 epäonnistunut
. ↑................ suojatun tilan testi 1 epäonnistunut
↑..................... lohkon siirron pyyntö lopettaa toiminta
```

10h Levykeasemien A: ja B: tyypit

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit
. . . . ↑ ↑ ↑ ↑.. toisen (B:) levykeaseman tyyppi
↑ ↑ ↑ ↑ ......... ensimmäisen (A:) levykeaseman tyyppi

Levykeaseman tyypit
0000  levykeasemaa ei ole asennettu
0001  DSDD 48 TPI levykeasema
0010  DSQD 96 TPI levykeasema
```

11h Varattu

12 kiintolevyjen 0 ja 1 tyypit (0 = fyysinen C:, 1 = fyysinen D:)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit
. . . . ↑ ↑ ↑ ↑.. toisen (D:) kiintolevyn tyyppi (jos tyyppi < 15)
↑ ↑ ↑ ↑ ......... ensimmäisen (C:) kiintolevyn tyyppi (jos tyyppi < 15)
```

13h Varattu

14h Laitetavu

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit  Equipment byte
. . . . . . . ↑.. 1 = levykeasema/asemia asennettu, 0 = ei levykeasemaa
. . . . . . ↑.... 1 = matematiikkaprosessori asennettu, 0 = ei asennettu
. . . . ↑ ↑...... käyttämätön
. . ↑ ↑. ........ ensisijainen näyttö,
. .               00 ei näyttöä tai EGA
. .               01 40 sarakkeinen värinäyttö
. .               10 80 sarakkeinen värinäyttö
. .               11 yksivärinäyttö
↑ ↑.............. asennettujen levykeasemien lukumäärä,
                  00 1 levykeasema
                  01 2 levykeasemaa
                  10 varattu
                  11 varattu
```

15h 1 kt:n lohkoissa esitetyn keskusmuistin määrän LSB

16h 1 kt:n lohkoissa esitetyn keskusmuistin määrän MSB

17h 1 kt:n lohkoissa esitetyn jatketun muistin määrän LSB

18h 1 kt:n lohkoissa esitetyn jatketun muistin määrän MSB

19h C-kiintolevyn laajennustavu (jos tyyppi > 15)

1Ah D-kiintolevyn laajennustavu (jos tyyppi > 15)

1Bh - 2Dh 13h (19) tavua varattu

2Eh Tarkistussumma CMOS-piirin tavuista 10h-20h (MSB)

2Fh Tarkistussumma CMOS-piirin tavuista 10h-20h (LSB)

30h POSTin aikana löydetyn 1 Mt:n yläpuolella olevan jatketun muistin koon LSB

31h POSTin aikana löydetyn 1 Mt:n yläpuolella olevan jatketun muistin koon MSB

32h Päiväyksen vuosisata -tavu binäärikoodattuna desimaalilukuna (BCD), nykyään 19h

33h Informaatioliput (asetetaan käynnistyksen yhteydessä)

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit
. . ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑..  varattu
. ↑.............. initial setup message flag
↑.................. 1 = 128k lisä RAM asennettu (512 - 640 kt)
                   0 = ei asennettu
```

34h - 3Fh 0Ch (12) tavua varattu

SetUp

PC/XT-mikroissa peruskokoonpanoasetukset hoidetaan emolevyllä olevilla kytkimillä ja CONFIG.SYS-tiedoston määrityksillä. Esimerkiksi kellonaika syötetään mikron käynnistyessä. Vasta erikseen hankittu kellokortti pitää ajan oikeana.

AT-mikron myötä tuli helppokäyttöinen ja monipuolinen SetUp-ohjelma, jolla kokoonpanotietojen muutokset tehdään. Hankalia ja laitekohtaisia erikoismäärityksiä kaikkine parametreineen ei enää tarvinnut tehdä. SetUp-ohjelmalla tehtävät asetukset ovat CMOS-muistissa ja mikron kiinni ollessa ne pysyvät tallessa pienen pariston avulla.

Mikron SetUp- eli asetustiedot ovat oleellisia mikron oikean toiminnan kannalta. Virheelliset asetukset saattavat haitata tai hidastuttaa mikron toimintaa. Seuraavassa luvussa tutustaan vanhemmissa mikroissa yleisen AMI-BIOS-muistin keskeisimpiin asetuksiin. Sen jälkeen käsitellään uudempaa SetUp-ohjelmaa, joka tuntee myös Plug and Play -standardin.

Huomaa, että SetUp-ohjelmista on olemassa lukuisia erilaisia versioita. Näissä luvuissa käsitellään vain yhtä esimerkkiä. Toki muut versiot toimivat samalla periaatteella. Kun yhtä osaa käyttää, osaa toisiakin. Lisätietoja asetuksista saat koneesi emolevyn käsikirjasta.

SetUp-ohjelman käynnistys

Kun mikro käynnistetään, se yleensä ilmoittaa, minkä näppäimen painalluksella päästään SetUp-ohjelmaan. Jos näppäintä ei ilmoiteta, sen pitäisi löytyä mikron tai emolevyn käsikirjasta.

Seuraavana on yleisimmät SetUp-ohjelman käynnistysnäppäimet ja -näppäinyhdistelmät.

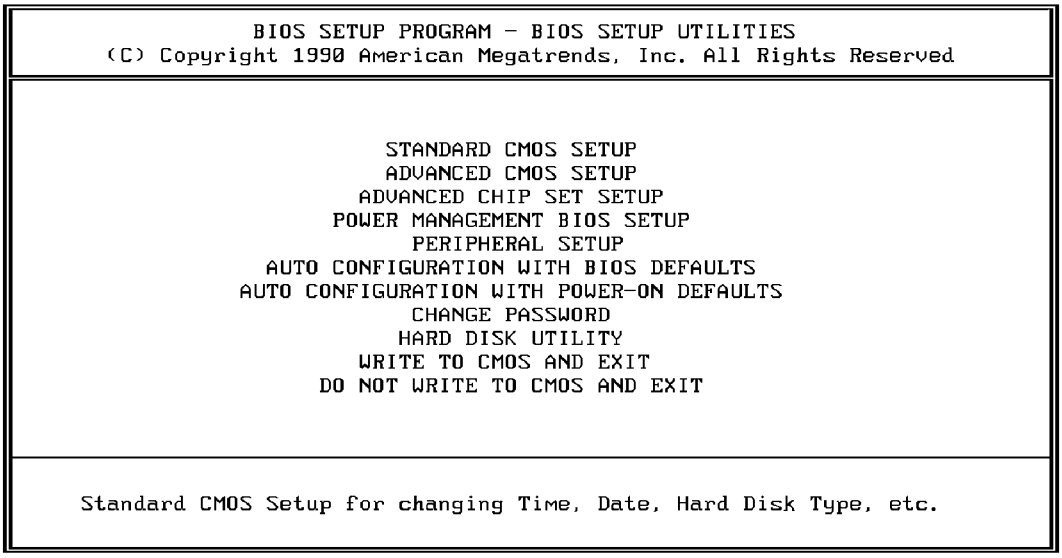
- DEL
- CTRL-ALT-ESC
- CTRL-ALT-S
- CTRL-ESC
- ESC
- F1 (funktionäppäin)

Joissakin mikroissa SetUp-ohjelmaan pääsee, vasta kun mikro sammutetaan ja käynnistetään uudelleen virtakytkimestä. CTRL-ALT-DEL-näppäinyhdistelmällä uudelleenkäynnistetty mikro ei päästä SetUp-ohjelmaan.

Vanhempi SetUp

AMI-BIOS-muistin SetUp-ohjelmaan pääset painamalla DEL-näppäintä tai muuta ilmoitettua näppäinyhdistelmää koneen käynnistyksen yhteydessä.

Painettuasi SetUp-ohjelman pyytämää näppäinyhdistelmää, saat esille SetUpin päävalikon. Huomaa, että muilla BIOS-valmistajilla (esimerkiksi Award, Phoenix, MR. BIOS, ICL) asetukset ovat hieman erilaiset.



Löydät SetUpin päävalikosta yleensä seuraavat kohdat:

STANDARD CMOS SETUP
Perustason SetUp-määritykset

ADVANCED CMOS SETUP
Lisämääritykset

ADVANCED CHIP SET SETUP
Piirisarjan määritykset

POWER MANAGEMENT BIOS SETUP
Virransäästömääritykset (ei kaikissa koneissa!)

PERIPHERAL SETUP
Oheislaitteiden määritykset (ei kaikissa koneissa!)

AUTO CONFIGURATION WITH BIOS DEFAULTS
Järjestelmän automaattinen kokoonpanomääritys BIOSin optimaalisilla oletusarvoilla eli mikro toimii tällöin mahdollisimman nopeasti.

AUTO CONFIGURATION WITH POWER-ON DEFAULTS
Järjestelmän oletuskokoonpanomääritys turvallisilla perusarvoilla. Mikäli kone ei tunnu muuten toimivan, kokeile tätä! Tällöin SetUp ei sisällä kaikkein tehokkaimpia asetuksia eli mikron suorituskyky ei välttämättä ole optimaalinen.

CHANGE PASSWORD
Käynnistyssalasanan määrittäminen ja vaihtaminen

HARD DISK UTILITY
Kiintolevyn aputoiminnot

WRITE TO CMOS AND EXIT
Tallenna muutokset ja lopeta SetUp-määritykset

DO NOT WRITE TO CMOS AND EXIT
Älä tallenna tehtyjä muutoksia ja lopeta SetUp-määritykset

Huomaa, että riittävästi vääriä valintoja tekemällä saatat saada mikrosi pysyvästi jumiin. Tällöin sinun pitää joko irrottaa emolevyllä oleva paristo/akku nollataksesi koneen CMOS-muistin sisällön tai etsiä emolevyltä jumpperi/dippikytkin, jolla voit tehdä sen nopeammin ja helpommin.

Jos epäilet jonkin asetuksen toimivuutta, ole varovainen sitä kokeillessasi. Pidä tallessa alkuperäiset asetukset. Muuta yleensä vain yhtä asetusta

kerrallaan huomataksesi sen nopeuttavan tai hidastuttavan vaikutuksen.

STANDARD CMOS SETUP eli perustason SetUp-määritykset koostuvat yleensä seuraavista asetuksista:

```
64[■]4444444444444444444 Standard setup 444444444444444444444447
5                                                                5
5 Base memory:       640K                                        5
5 Extended memory: 16384K          Auto detect hard disks (      5
5                                  &&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&      5
5 Drive A         Drive B          HDD 0 (         HDD 1 (       5
5                                  &&&&&&&         &&&&&&&       5
5  ( ) None        ( ) None         Type:    47    NONE / SCSI   5
5  ( )  360K 5¼"   ( )  360K 5¼"     Cyl:   1024                 5
5  ( )  1.2M 5¼"   (x)  1.2M 5¼"     Heads:   64                 5
5  ( )  720K 3½"   ( )  720K 3½"     S/Trk:   26                 5
5  (x) 1.44M 3½"   ( ) 1.44M 3½"     Size:  832M                 5
5  ( ) 2.88M 3½"   ( ) 2.88M 3½"                                 5
5                                                                5
5 Display adapter      Options                                   5
5  ( ) Not installed    [X] Keyboard installed                   5
5  ( ) Color 40x25                                               5
5  ( ) Color 80x25                                               5
5  ( ) Monochrome                                                5
5  (x) VGA/PGA/EGA                 OK   (    Cancel (     Help  ( 5
5                                &&&&&&&&    &&&&&&&&    &&&&&&&& 5
94444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Yleensä yläreunassa näkyy muistin määrä eli perusmuistia 640 kilotavua sekä jatketun *(Extended Memory)* muistin määrä. Tämän alapuolella on A- ja B-levykeasemien tyyppi, näytönohjain (yleensä VGA/PGA/EGA eli värinäyttö) ja onko näppäimistöä asennettu (näppäimistöä ei tarvita esimerkiksi verkkopalvelimissa ja tällä asetuksella käynnistyksen yhteydessä ei tule virheilmoitusta).

Auto detect hard disk tarkoittaa sitä, että SetUp-ohjelma pystyy kyselemään asennetuilta IDE-kiintolevyiltä niiden tyyppinumeroa. Muussa tapauksessa sinun tulee itse syöttää seuraavat kohdat:

- Cyl eli sylintereiden lukumäärä *(Cylinder)*
- Heads eli lukupäiden määrä *(Heads)*
- S/trk eli sektoria yhdellä uralla *(Sector/Track)*

Arvoista saadaan selville kiintolevyn kapasiteetti. Esimerkiksi Conner CFA 340A IDE-levyn tiedot ovat:

- 665 sylinteriä
- 16 lukupäätä
- 63 sektoria uralla

3. Emolevy

Edellisistä arvoista saadaan

63*512 tavua eli = 32256 tavua uralla
665*32256 = 21450240 tavua
16 * 21450240 = 343203840 tavua
343203840 / 1024 = 335160 kilotavua
335160 / 1024 = 327,3046875 megatavua

Levyn kapasiteetti on siis **327 megatavua.**

```
64[■]44444444444444444 Confirm 4444444444444444444447
5                                                     5
5               Install the following                 5
5              hard drives into setup?                5
5                                                     5
5  HDD 0: Conner Peripherals 170MB, CP30174E          5
5  HDD 1: Not installed / SCSI                        5
5                                                     5
5                                                     5
5            Yes    (       No     (      Help    (   5
5          &&&&&&&&&&     &&&&&&&&&&     &&&&&&&&&&   5
944444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

SetUp pystyy suhteellisen luotettavasti tunnistamaan erilaiset ATID/IDE-liitäntäiset kiintolevyt. Mikäli käytät SCSI-kiintolevyä, valitse kiintolevyn tyyppi NONE. Mikäli käytät ESDI-levyä, valitse joko tyyppi 1 tai tyyppi 10.

Huomaa, että MFM-levyjä käytettäessä AMI-BIOS tuntee mm. seuraavat valmiit levymääritykset:

```
64[■]444444444 Hard disk 0 parameters 44444444444447
5 Type* Cyls. *Heads* Precomp* LZone *S/Trk*  Size 5
5)))))3)))))))3)))))3)))))))))3)))))))3)))))3)))))))5
5  32 *  1024 *  15 *   NONE *  1024 *  17 *  128M >
5  33 *  1024 *   5 *   1024 *  1024 *  17 *   43M "
5  34 *   816 *  15 *   NONE *   816 *  32 *  191M "
5  35 *  1024 *   9 *   NONE *  1024 *  17 *   77M "
5  36 *  1024 *   8 *    512 *  1024 *  17 *   68M "
5  37 *   615 *   8 *    128 *   615 *  17 *   41M "
5  38 *   745 *   4 *    512 *   745 *  28 *   41M "
5  39 *   987 *   7 *    987 *   987 *  17 *   57M "
5  40 *   820 *   6 *    820 *   820 *  17 *   41M "
5  41 *   977 *   5 *    977 *   977 *  17 *   41M "
5  42 *   981 *   5 *    981 *   981 *  17 *   41M "
5  43 *   755 *  16 *   NONE *   755 *  17 *  100M "
5  44 *   887 *  13 *   NONE *   887 *  34 *  191M "
5  45 *   968 *  10 *   NONE *   968 *  34 *  161M "
5  46 *   751 *   8 *      0 *   751 *  17 *   50M ■
5> 47 * USER DEFINED*        *       *     *      «<
944444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Valittuasi tyypin numero 47 pääset syöttämään kiintolevyn arvot käsin. Tämä mahdollistaa isokokoisempienkin IDE-levyjen liittämisen.

```
64[■]4444444  Change type 47 parameters  444444444447
5                                                    5
5                                                    5
5     615 >Cylinders                                 5
5                                                    5
5       4  Heads                                     5
5                                                    5
5     300  Precompensation (65535 for NONE)         5
5                                    [  Save   ]     5
5     615  Landing zone                              5
5                                    [ Cancel  ]     5
5      17  Sectors/track                             5
5                                    [  Help   ]     5
5                                                    5
944444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Levyn tiedot saat joko kiintolevysi päältä olevasta tarrasta tai kiintolevyn ohjekirjasta. Säilytä nämä tiedot, sillä ne saattavat olla vikatilanteissa kullanarvoisia.

ADVANCED CMOS SETUP eli kehittyneet lisämääritykset ovat lähinnä yleisen tason asetuksia.

```
64[■]4444444444444444444444 Extended setup 444444444444444444444444444
5            Option            *Register*Bits * Current setting
5))))))))))))))))))))))))))))))3))))))))2)))))3))))))))))))))))))))))))
5>Typematic Rate Programming   * 11  10000000 * 10000000  Enabled     «
5 Typematic Rate Delay (msec)  * 11  01100000 * 00000000  250
5 Typematic Rate (Chars/Sec)   * 11  00011111 * 00000011  21.8
5 ¿ Mouse Support Option       * 13  10000000 * 10000000   <1>
5 Above 1 MB Memory Test       * 13  01000000 * 00000000  Disabled
5 Memory Test Tick Sound       * 13  00100000 * 00000000  Disabled
5 Memory Parity Error Check    * 13  00010000 * 00010000  Enabled
5 Hit <ESC> Message Display    * 13  00001000 * 00000000  Disabled
5 Hard Disk Type 47 Data Area  * 13  00000100 * 00000000  0:300
5 Wait For <F1> If Any Error   * 13  00000010 * 00000010  Enabled
5 System Boot Up Num Lock      * 13  00000001 * 00000001  On
5 > Numeric Processor          * 14  00000010 * 00000010  Present
5 Weitek Processor             * 2D  10000000 * 00000000  Absent
5 Floppy Drive Seek At Boot    * 2D  01000000 * 00000000  Disabled
5 System Boot Up Sequence      * 2D  00100000 * 00000000  C:, A:
5 System Boot Up Speed         * 50  00000100 * 00000000  High
5 Cache Memory                 * 2D  00001000 * 00001000  Enabled
5 ¿ Internal Cache Memory      * 2D  00000100 * 00000100   <1>
9444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444
```

ADVANCED CMOS SETUP keskeisimmät asetukset ovat:

Memory Parity Error Check

Onko muistin pariteettitarkistus käytössä? Mikäli valitset Disabled, voit *periaatteessa* käyttää edullisempia 8-bittisiä muistipiirejä.

System Boot Up Sequence

Käynnistysjärjestys eli kannattaa valita ensimmäiseksi C-asema ja vasta sitten A-asema. Tällöin mikro käynnistyy hieman nopeammin.

System Boot Up Speed

Koneen kellotaajuus käynnistettäessä eli valitse HIGH eli suurin mahdollinen kellotaajuus.

Cache memory

Ulkoinen 2. tason välimuisti eli Enabled, mikäli sellainen löytyy.

Internal Cache memory

486/Pentium-prosessorin sisäinen välimuisti. Valitse Enabled, jotta välimuisti on nopeuttamassa mikron toimintoja.

ADVANCED CHIP SET SETUP on piirisarjan syvän tason asetukset, joiden avulla mikron suorituskykyä voidaan parantaa. Oletusasetukset saattavat olla keskitason asetuksia, jolloin mikro toimii ehkä luotettavammin, mutta samalla myös optimaalista tilannetta hieman hitaammin. Asetuksia muuttamalla saattaa vikatilanteita tulla useammin, mutta vastaavasti mikrosi saattaa toimia nopeammin.

Hidden Refresh

Mikäli tämä valinta on käytössä *(Enabled)*, tapahtuu muistin virkistys ilman prosessorin ohjausta nopeuttaen suorituskykyä. BIOS ja Power-on defaults on Disabled eli pois päältä.

Slow Refresh

Hidas virkistys on neljä kertaa hitaampi kuin normaali virkistys. Mikäli valinta on käytössä *(Enabled)*, parantaa se useimmiten suorituskykyä. BIOS ja Power-on defaults on Disabled eli pois päältä.

Single ALE Enable

Mikäli valinta on käytössä, SYSC aktivoi yksinkertaisen ALE-toiminnon useiden ALE-toimintojen sijasta väylän konversion yhteydessä. BIOS ja Power-on defaults on No eli ei käytössä.

Keyboard Reset Control

Mikäli valinta on päällä eli Enabled, HALT-käsky suoritetaan ennen kuin SYSC tekee CPURSTin näppäimistön resetistä. BIOS ja Power-on defaults on Disabled.

Master Mode Byte Swap

BIOS ja Power-on defaults on Disabled.

AT Cycle Wait State

Lisää päällä ollessaan yhden ylimääräisen odotustilan AT-väylään hidastaen väylän toimintaa. BIOS ja Power-on defaults on Disabled.

Memory Read Wait State

Määrittää odotustilojen lukumäärän muistia luettaessa. Asetukset on 0 W/S, 1 W/S, ja 2 W/S. BIOS ja Power-on defaults on 2 odotustilaa. **Kokeile kuitenkin arvoja 1 ja 0** !

Memory Write Wait State

Määrittää odotustilojen lukumäärän muistia kirjoitettaessa. Asetukset on 0 W/S, 1 W/S, 2 W/S ja 3 W/S. BIOS ja Power-on defaults on 3 odotustilaa. **Kokeile kuitenkin arvoja 2, 1 ja 0**.

Cache Write Wait State

Määrittää odotustilojen lukumäärän välimuistia kirjoitettaessa. Asetukset on 0 W/S ja 1 W/S. BIOS ja Power-on defaults on 1 odotustila. **Kokeile kuitenkin myös arvoa 0** !

Cache Read Wait State

Määrittää odotustilojen lukumäärän välimuistia luettaessa. Asetukset on 0 W/S ja 1 W/S. BIOS ja Power-on defaults on 1 odotustila. **Kokeile kuitenkin myös arvoa 0** !

Non-Cacheable Block-1 and Block-2 Size

Ei välimuistiin sisällytettävän muistialueen (block 1 ja 2) koko. Alueen koko voi olla 64, 128, 256, 512 kilotavua tai ei käytössä eli Disabled. BIOS ja Power-on defaults on Disabled.

Non-Cacheable Block-1 and Block-2 Base

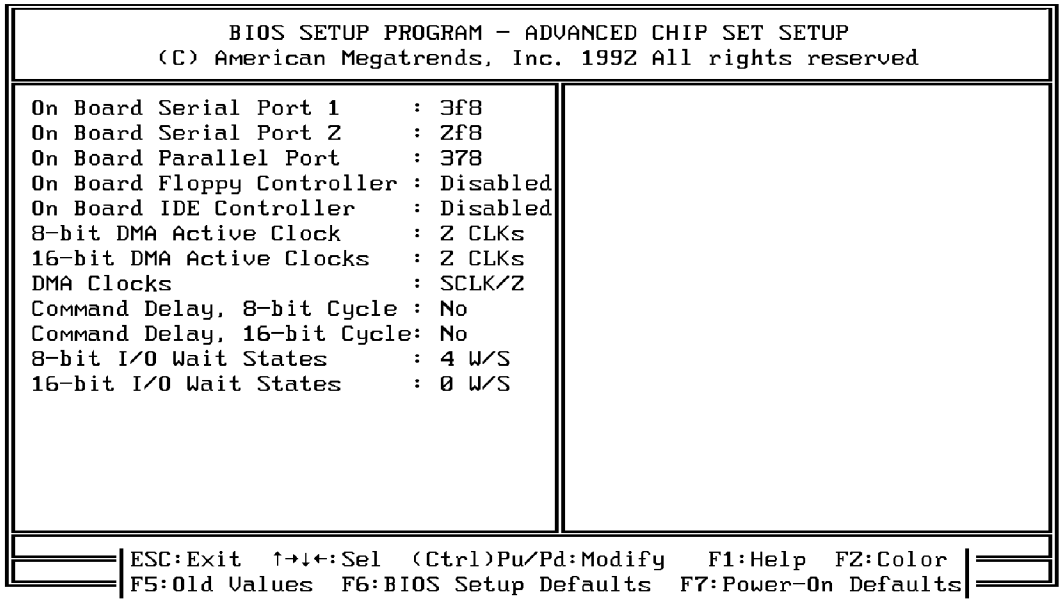
Ei välimuistiin sisällytettävän muistialueen (block 1 ja 2) alkuosoite. BIOS ja Power-on defaults on 0 kt.

Cacheable RAM Address Range

Välimuistissa pidettävän muistialueen koko. Määrittää sen välimuistialueen koon, jossa tietoa voidaan säilyttää. Yleensä tähän valitaan mikron RAM-muistin määrä. Alue alkaa 4 megatavusta 64 megatavuun, joka on 4 megatavun askelein. BIOS ja Power-on defaults on 64 Mt eli kannattaa pienentää RAM-muistin määräksi.

Video BIOS Area Cacheable

Näytönohjaimen BIOS-ROM-muisti voidaan viedä välimuistiin. Valinnalla voidaan nopeuttaa näytönohjaimen toimintaa. Määritys voidaan asettaa päälle vain, jos Video BIOS Shadow on asetettu päälle (Enabled), Advanced CMOS SetUp -valinnasta BIOS default on Yes ja Power-on default on No.



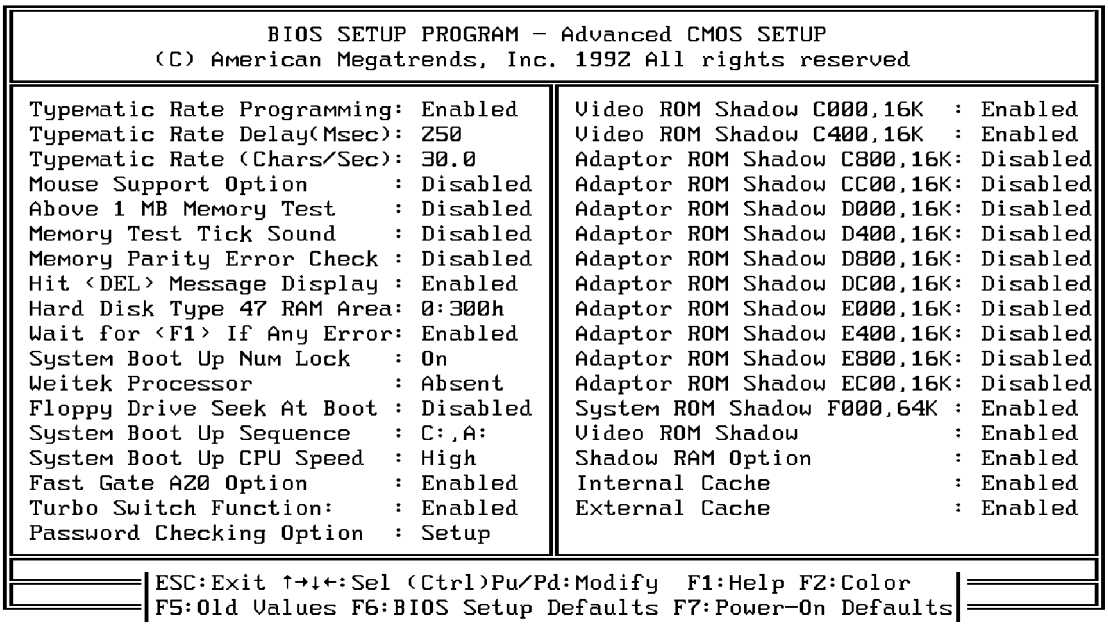
Ylläolevassa kuvassa voidaan määritellä emolevyllä olevien sarja- ja rinnakkaisporttien I/O-osoite, levykeasema- ja IDE-ohjaimen käyttö sekä väylän nopeus ja väylän odotustilat.

Mikroa voi yrittää nopeuttaa kasvattamalla AT-väylän nopeutta eli DMA Clocks kohtaa pienentämällä. Yleensä AT-väylän nopeus saadaan jakamalla emolevyn kellotaajuuden tuottava kellotaajuus tässä kohdassa määritetyllä jakajalla.

Esimerkiksi, jos emolevyn kellotaajuus on 33 MHz, on seuraavat vaihtoehdot valittavissa:

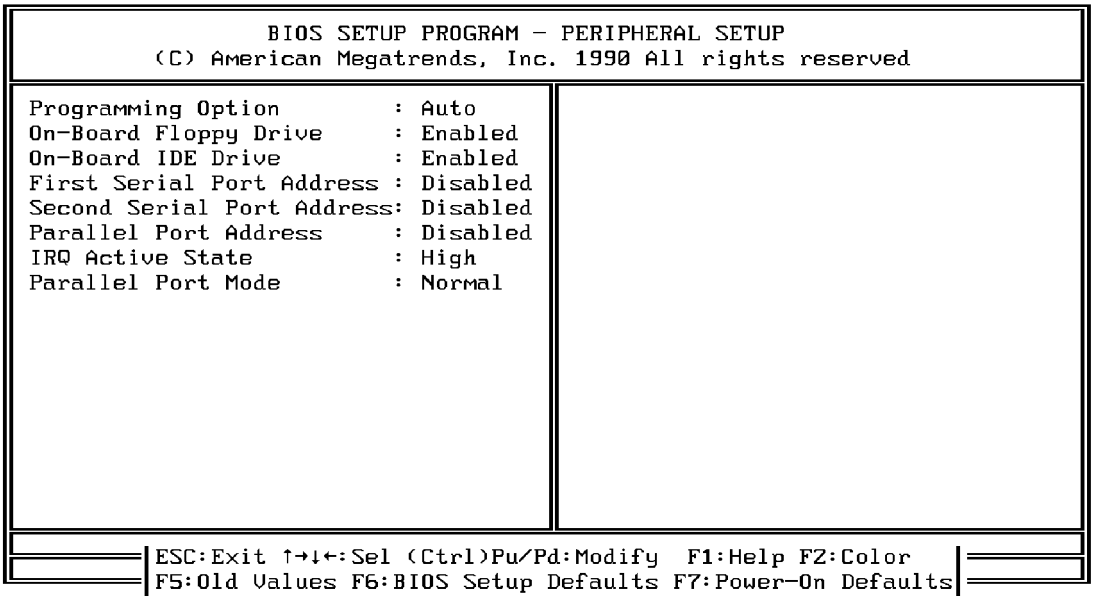
33/2	= 16.5 MHz
33/3	= 11 MHz
33/4	= 8.25 MHz
33/5	= 6.666 MHz
33/6	= 5.6 MHz

Koska AT-väylän oletuskellotaajuus on 8 MHz, saattavat lisäkortit (kiintolevyohjain, näytönohjain) toimia nopeammin esimerkiksi 11 tai jopa 16,5 megahertsillä. Jos lisäkortti ei toimi suuremmalla kellotaajuudella, pudota taajuus takaisin normaaliksi.

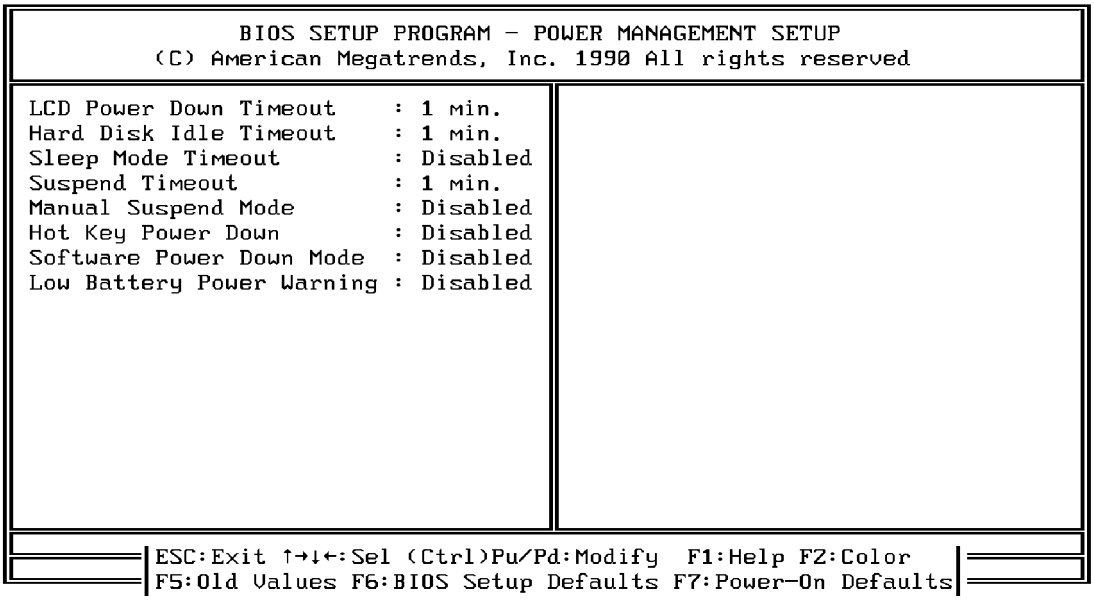


Edellisestä kuvasta huomataan, että muistin pariteettitarkistus ei ole päällä *(Memory Parity Error Check Disabled)*. Käynnistysjärjestys *(System Boot Up Sequence)* on ensin C-asema ja sen jälkeen A-asema. Näytönohjaimen varjomuisti on käytössä *(Video ROM Shadow C000 ja C4000)* samoin kuin BIOS-ROMin varjomuisti *(System ROM Shadow F000)*.

Samoin prosessorin sisäinen välimuisti *(Internal Cache)* ja toissijainen emolevyn välimuisti *(External Cache)* ovat käytössä, eli valinta on Enabled.



Edellisessä kuvassa näkyy emolevylle integroitujen oheislaitteiden asetukset eli levykeasemaohjain on käytössä *(Enabled)* samoin kuin kiintolevyohjain, mutta molemmat sarjaportit sekä rinnakkaisportti on otettu pois päältä *(Disabled)*.



Nykyaikaiset mikrot tulevat jatkossa sisältämään yhä enemmän sähkön kulutusta pienentäviä ominaisuuksia, jotka ajan mittaan tuovat säästöjä.

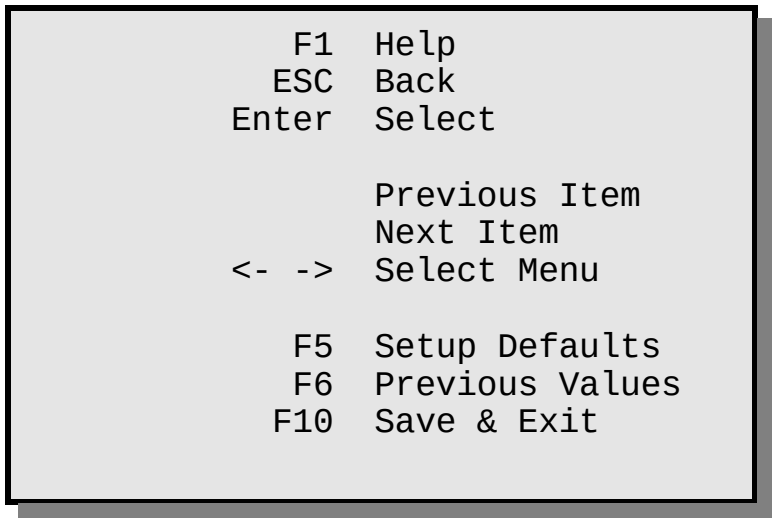
Edellisessä kuvassa huomataan, että LCD-näyttö ja kiintolevy sammuvat minuutin käyttämättömyyden jälkeen pienentäen siten virrankulutusta.

PnP-SetUp

Tässä luvussa kerromme minkälainen on uusien emolevyjen SetUp-ohjelma. Tässä esimerkissä käytämme Intel Zappa -emolevyn SetUp-ohjelmaa. Huomaa, että SetUp-ohjelmat ovat hiukan erilaisia riippuen BIOSin valmistajasta ja prosessorityypistä. Samantapaiset määritykset löytyvät kuitenkin kaikista SetUp-ohjelmista, joten tämän esimerkin avulla osaat käyttää helposti muunlaisiakin SetUp-ohjelmia.

Liikkuminen

SetUp-ohjelmassa voit liikkua käyttäen seuraavanlaisia näppäimiä. Nämä avusteet näkyvät näytön oikeassa reunassa.



Nuolinäppäimillä liikutaan ja Enterillä suoritetaan valinnat.

Seuraavat määrittelyvaihtoehdot ovat monessa kohtaa SetUpia. Voit muuttaa niitä painamalla Enteriä, kun kohdistin on valitun alueen päällä.

Enabled	Päällä
Disabled	Pois päältä
Installed	Asennettu
Not Installed	Ei asennettu
Press Enter	Paina Enteriä, niin saat lisävalikon näkyviin

Määritykset

Seuraavana esittelemme SetUp-ohjelman määritykset. Tässä SetUp-ohjelmassa on neljä erilaista pääikkunaa: Main, Advanced, Security ja Exit. Jokaisessa ikkunassa on useampi määritys ja määritysten alta löytyy lisää määritysikkunoita.

Setup/Main

Kun SetUp-ohjelma käynnistyy, näyttöön tulee ensimmäisenä Main- eli pääikkuna. Tässä ikkunassa tehdään perusasetusten muutokset.

```
   Main     Advanced    Security    Exit


         System Date  Jun 17 1996
         System Time  17:48:23

      Floppy Options  Press Enter

  Primary IDE Master  M1614TA
   Primary IDE Slave  Matshita CR-581
Secondary IDE Master  QUANTUM FIREBALL12
 Secondary IDE Slave  Not Installed

           Language  English (US)
       Boot Options  Press Enter

         Video Mode  EGA / VGA
              Mouse  Not Installed

        Base Memory  640 KB
    Extended Memory  31744 KB
```

System Date Tällä rivillä asetetaan järjestelmän päiväys. Ensimmäisenä on kuukauden nimi englanniksi kolmella ensimmäisellä kirjaimella, seuraavana päivä ja viimeisenä vuosi.

System Time Tällä rivillä asetetaan järjestelmän kellonaika: tunnit, minuutit ja sekunnit.

Floppy Options Tällä asetuksella voit määrittää levykeasemien tyypit.

```
          Floppy A:  Installed
          Floppy B:  Not Installed

     Floppy A: Type  1,44/1,25 Mb 3½"
     Floppy B: Type  Disabled
```

Ylimmille riveille valitaan onko asema asennettu vai ei. Seuraavilla riveillä määritetään levykeaseman tyyppi. Tässä esimerkissä A-asemana näkyvä tyyppi on yleisin eli 1,44 Mt levykeasema.

IDE-asemat Paina Enteriä halutun aseman kohdalla, jolloin saat sen aseman tarkemmat määritykset näkyviin. Voit nähdä esimerkiksi seuraavanlaiset asetukset. Ylimmällä rivillä on BIOSille näkyvä kiintolevyn nimi.

```
            Primary IDE Master M1614TA


 IDE Device Configuration  Auto Configured

      Number of Cylinders  2114
          Number of Heads  16
        Number of Sectors  63
         Maximum Capacity  1041 MB

     IDE Translation Mode  Auto Detected
  Multiple Sector Setting  Auto Detected
Fast Programmed I/O Modes  Auto Detected
```

IDE Device Configuration -kohdasta voidaan valita kiintolevyn parametrien määritystapa.

Auto Configured Määrittelee automaattisesti levyaseman parametrit. Tämä on oletus- ja suositeltava valinta.

User Definable Käyttäjä voi määritellä parametrit. Käytä tätä vain, jos SetUp ei itse tunnista levyasemaa.

Disabled Levyasemaa ei oteta käyttöön, vaikka se löytyisikin.

IDE Translation Mode -kohdassa määritellään levyn parametrien käsittelytapa.

Standard CHS Levyaseman sektorien määrä on 1024 tai alle.

Logical Block Sektorien käännös. Käytetään, kun sektorien lukumäärä on yli 1024. Levyaseman on tuettava tätä määrittelytapaa.

Extended CHS Levyaseman sektorien määrä on yli 1024.

Auto Detected Automaattinen tunnistus. Suositeltavin valinta.

Multiple Sector Settings -asetuksella määritellään IDE I/O -jaksot niin, että useampi sektori voidaan siirtää yhden keskeytyksen aikana. Auto Detected -vaihtoehto on suositeltavin, jolloin mikro määrittelee itse sopivimmat siirtotavat.

Fast Programmed I/O Modes -asetuksella määritellään PIO-protokollien käyttö. Auto Detected -valinnalla pyritään käyttämään nopeinta mahdollista PIO-protokollaa. Disabled-valinnalla käytetään hitainta PIO-protokollaa. Tätä voidaan käyttää, jos kiintolevy ei muuten toimi.

Language Kielivalintaa ei voida muuttaa. Tässä esimerkissä on US-englanti.

3. Emolevy

Boot Options

Näillä valinnoilla määritetään mikron käynnistykseen liittyviä toimintoja.

```
                        Boot Options


          First Boot Device  Floppy
         Second Boot Device  Hard Disk
          Third Boot Device  Disabled
         Fourth Boot Device  Disabled

               System Cache  Enabled
                 Boot Speed  Turbo
                   Num Lock  Off

               Setup Prompt  Enabled

 Typematic Rate Programming  Default
```

Ensimmäisillä valinnoilla määritetään, missä järjestyksessä eri levyasemilta etsitään käyttöjärjestelmää. Yleisin käynnistysjärjestys on ensin levykeasema ja sen jälkeen kiintolevy. Suoraan kiintolevyltä käynnistäminen nopeuttaa hiukan mikron käynnistymistä. Tällöin levykkeen sijaitseminen levykeasemassa ei vaikuta mikron käynnistymiseen.

System Cache Tässä kohdassa määritetään onko välimuisti päällä vai ei.

Boot Speed Tässä kohdassa määritellään prosessorin kellotaajuus. Turbo tarkoittaa nopeinta mahdollista taajuutta. DeTurbo-nopeus vastaa nopeata 286-mikroa.

Num Lock Tässä kohdassa määritetään, onko Num Lock -näppäin käynnistyksen jälkeen päällä vai ei.

Setup Prompt Tässä kohdassa määritetään se, näkyykö SetUp-ohjelman ilmoitus mikroa käynnistettäessä.

Typematic Rate Programming
Typematic Rate Delay määrittää ajan, jonka näppäin on pohjassa, ennen kuin sen toisto alkaa. Oletusarvona on 250 ms. Typematic Rate määrittää merkkien toistonopeuden. Oletusasetuksena on 15 merkkiä sekunnissa. Override-asetuksella aika voidaan ohjelmoida halutuksi.

Video Mode Näyttötyyppiä ei voi muuttaa. Esimerkissä käytössä on EGA- ja VGA-näyttöjen tuki. Tämä on vain informatiivinen ilmoitus.

Mouse Hiiriasetusta ei voi muuttaa. Main-ikkunan esimerkissä SetUp-ohjelma ei ole löytänyt hiirtä.

Base Memory Perusmuistiasetusta ei voi muuttaa. Arvo on Main-ikkunan esimerkissä 640 kilotavua.

Extended Memory Jatketun muistin määrää ei voi muuttaa. SetUp-ohjelma osaa automaattisesti tutkia oikean muistin määrän. Main-ikkunan esimerkissä jatkettua muistia on noin 32 megatavua.

Jos lisäät muistia ja mikro ilmoittaa vääristä muistiasetuksista, käynnistä tällöin SetUp-ohjelma ja poistu sieltä. Tällöin tiedot päivittyvät myös SetUp-ohjelmaan.

Setup/Advanced

Advanced-ikkunassa voidaan määritellä harvemmin tarvittavia määrityksiä.

```
                          Advanced


                Processor Type  Pentium (TM) Family
               Processor Speed  90 Mhz
                    Cache Size  256 K

      Peripheral Configuration  Press Enter
Advanced Chipset Configuration  Press Enter
Power Management Configuration  Press Enter
   Plug and Play Configuration  Press Enter
```

Prosessorin tyyppiä, nopeutta ja välimuistin kokoa ei voi muuttaa käsin. SetUp-ohjelma tutkii sen ja välimuistin asetukset automaattisesti emolevyltä.

Peripheral Configuration

Näillä asetuksilla voit määrittää porttien keskeytykset, osoitteet ja muut asetukset. Suositeltavin vaihtoehto Configuration Mode -kohdassa on Auto, jolloin määritykset ovat automaattiset. Jos ongelmia ilmaantuu on arvoja muutetava käsin. SetUp-ohjelma antaa kullekin kohdalle omat valikot, joissa kaikki vaihtoehdot ovat sallittuja. Tällöin järjestelmä ei mene pahasti sekaisin.

```
          Peripheral Configuration


        Configuration Mode  Auto

         PCI IDE Interface  Enabled
          Floppy Interface  Enabled

      Serial Port 1 Address  COM1 3F8 IRQ4
      Serial Port 2 Address  COM2 2F8 IRQ3
      Serial Port 1 IR Mode  Disabled
      Parallel Port Address  LPT1 378 IRQ7
         Parallel Port Mode  Compatible
```

Esimerkkikuvassa on tyypilliset asetukset. Jos joudut muuttamaan osoitteita, pidä keskeytykset samoina. Jos mikrosi ei toimi oikein, voit palauttaa kuvassa näkyvät arvot ja kokeilla niillä.

Advanced Chipset Configuration

Näillä määrityksillä voit tarkistaa muistin määrän ja muuttaa muutamia asetuksia.

```
        Advanced Chipset Configuration


          Base Memory Size  640 KB

              ISA LFB Size  Disabled

       Video Palette Snoop  Disabled
Latency Timer (PCI Clocks)  66

                 PCI Burst  Enabled

      Bank 0 SIMM Detected  Fast Page Mode
      Bank 1 SIMM Detected  Fast Page Mode
```

Base Memory Size -kohdassa pääset muuttamaan perusmuistin määräksi 512 tai 640 kt. 512 kt on lähinnä vain vanha jäänne pienimuistisista mikroista. Älä käytä sitä.

ISA LFB Size -kohta ilmoittaa LFB:n osoitteen.

Video Palette Snoop -kohta mahdollistaa PCI-grafiikkakortin tutkia ISA-grafiikkakortin väripalettirekisteriä. Tätä tarvitaan joskus, joidenkin videokaappauskorttien kanssa. Oletusarvona toiminto on pois päältä.

Latency Timer -kohdassa määritellään aika, jonka PCI voi odottaa toisen kyselyn tullessa. Oletusarvo on 66 (skaalalla 0 - 256).

PCI Burst -kohdassa määritetään, sallitaanko nopeat tiedonsiirrot purskeina. Jos ongelmia ilmenee PCI-kortin kanssa, kokeile poistaa tämä toiminto.

Alimmilla riveillä ilmoitetaan mitkä muistipankit ovat täynnä ja minkätyyppistä muistia ne sisältävät. Muisti voi olla Fast Page Mode tai EDO-muistia. Tämä kohta ei ole käyttäjän muuteltavissa.

Power Management Configuration

Tässä kohdassa voit muuttaa virransäästöhallintaa. Ylimmällä rivillä valitaan toiminto päälle.

```
            Power Management Configuration


  Advanced Power Management  Enabled

      IDE Driver Power Down  Enabled
      VESA Video Power Down  Sleep

 Inactivity Timer (Minutes)  10
        Hot Key (CTRL-ALT-)  _____
```

IDE Driver Power Down -kohdassa valitaan IDE-kiintolevyjen virransammutus. Huomaa, että joidenkin emolevyjen ja kiinto-

levyjen yhdistelmässä kiintolevyn virransammutus ei toimi välttämättä oikein.

Jos kiintolevy käyttäytyy epämääräisesti, poista automaattinen virransammutus. Ongelmat ilmenevät esimerkiksi siten, että lukupäästä kuuluu ylimääräisiä ääniä ja levyltä ei saa tietoa. Jos mikron uudelleenkäynnistyksen jälkeen kiintolevy toimii taas normaalisti, kunnes mikro yrittää sitä sammuttaa, on vika selvästi virransammutusjärjestelmässä.

VESA Video Power Down -kohdassa valitaan minkälainen näytön sammutustila halutaan. Vaihtoehdot ovat Disabled, Standby, Suspend ja Sleep.

Inactivity Timer -kohtaan laitetaan aika minuutteina, jolloin kun mikroa ei käytetä kyseisenä aikana, sammutetaan laitteet. Kun töitä jatketaan, käynnistyvät laitteet itsestään.

Hot Key -määrittelyn avulla voidaan virransäästötilat laittaa päälle määritellyllä näppäinyhdistelmällä.

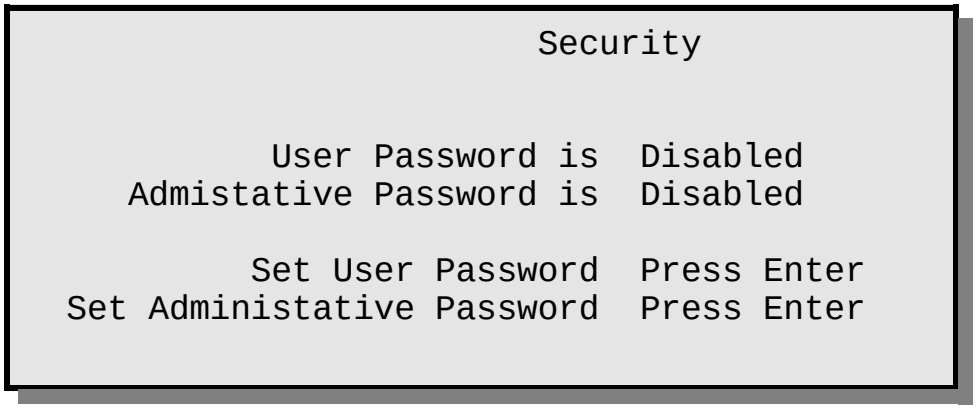
Plug and Play Configuration

Tässä määritellään, mitkä keskeytyksistä ovat ISA-korttien käytössä. Jos niitä ei määritellä, voi PnP-kortti ottaa saman keskeytyksen käyttöön, jolloin seurauksena on mikron tai laitteiden jumiutuminen.

```
            Plug and Play Configuration


        Configuration Mode  Use Setup Utility

    ISA Shared Memory Size  Disabled

                     IRQ 5  Available
                     IRQ 9  Available
                    IRQ 10  Available
                    IRQ 11  Available
                    IRQ 12  Available
```

Setup/Security

Tässä ikkunassa määritellään mikron käynnistämisen salasanat. Asetettua salasanaa kysytään mikroa käynnistettäessä.

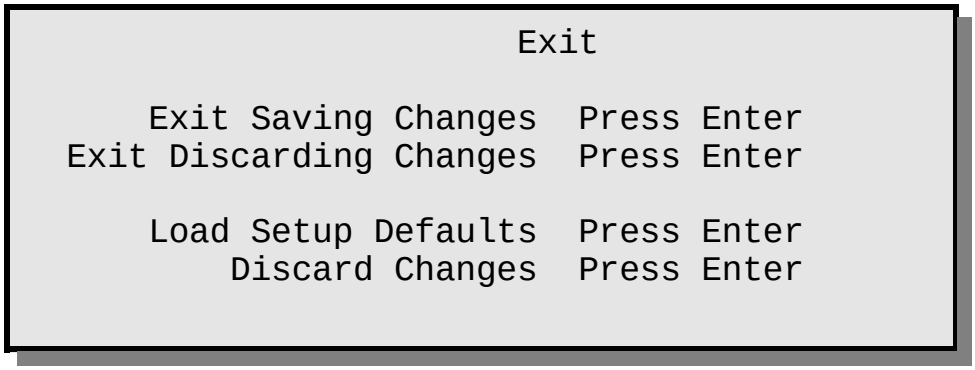


User Password on mikron käyttäjän salasana.

Admistative Password on mikrosta vastaavan henkilön salasana.

Exit

Tämän ikkunan avulla voidaan poistua SetUp-ohjelmasta. Voit poistua myös käyttämällä funktionäppäimiä.



Exit Saving Changes -kohdasta voit poistua ja tallettaa muutokset.

Exit Discarding Changes -kohdasta poistutaan tallentamatta muutoksia.

Load Setup Defaults -kohdan avulla voidaan asettaa oletusasetukset. Käytä tätä, kun olet vahingossa sotkenut SetUp-asetukset, eikä mikro toimi kunnolla.

Discard Changes -kohta poistaa tekemäsi muutokset.

Virheellinen tieto

Jos olet laittanut vahingossa väärän asetuksen SetUp-ohjelmaan, käynnistä SetUp-ohjelma uudestaan ja muuta tieto oikeaksi.

Jos SetUp-ohjelman tiedot ovat sekaisin, joko sähköhäiriön tai liiallisen kokeilun takia, eikä mikro toimi enää kunnolla, on käytännössä kaksi vaihtoehtoa elvyttää SetUp toimivaksi.

- Jos pääset SetUp-ohjelmaan, valitse vaihtoehto, joka palauttaa oletusasetukset. Tällöin joudut todennäköisesti muuttamaan joitakin asetuksia vielä itse, mutta mikron pitäisi jo toimia.

- Jos et pääse SetUp-ohjelmaan, esimerkiksi kun näytöllä ei näy mitään, sammuta mikro. Jos emolevyllä olevassa DIP-kytkimessä on SetUp-ohjelman nollausvaihtoehto, laita se päälle ja käynnistä mikro. Sammuta mikro ja muuta DIP-kytkin takaisin oletusasetukseen. Käynnistä mikro ja siirry SetUp-ohjelmaan ja voit syöttää tarvitsemat tiedot uudelleen. (SetUp-ohjelman voi nollata myös ottamalla paristo pois. Odota useita minuutteja, ennen kuin laitat pariston takaisin.)

Nopeus

Tietokoneen nopeuden määräävät pääsääntöisesti prosessorin tyyppi ja kellotaajuus, jotka ovat ensimmäiset uuden mikron valintakriteerit. Lisäksi nopeuteen vaikuttavat muistin nopeus ja rakenne, välimuisti ja oheislaitteiden nopeudet. Kokonaisnopeuden kannalta merkittävimmät oheislaitteet ovat näytönohjain ja kiintolevy. Huomaa, että emolevyjen nopeuksissakin on pieniä eroja. Käyttäjä tosin tuskin huomaa näitä erittäin pieniä eroja.

Uudemmat prosessorityypit ovat aina nopeampia, koska käskyjen suoritusaikoja lyhennetään ja uusilla lisäkäskyillä voidaan suorittaa tehokkaammin useamman käskysarjan vaativat toimenpiteet. Esimerkiksi sama käskysarja samalla kellotaajuudella suoritettuna tapahtuu huomattavasti nopeammin Pentium-prosessorilla kuin 486-prosessorilla. Ja kun Pentium-prosessoria käytetään vielä suuremmilla kellotaajuuksilla, on käskyjen suoritusajat jopa kymmeniä kertoja nopeammat.

MIPS

MIPS-luku (*Millions Instructions Per Second*) ilmoittaa kuinka monta miljoonaa konekielistä käskyä prosessori pystyy suorittamaan sekunnin aikana. Ensimmäiset PC-mikrot pystyivät alle puoleen MIPSiin, kun Pentiumien MIPS-luku on jo yli 200.

MIPS-luku kuvaa lähinnä kuinka suuri tehoero eri prosessoreilla erilaisilla kellotaajuuksilla on. Mikroa hankittaessa MIPS-lukuun ei pelkästään kannata tuijottaa, sillä mikron muiden laiteosien suorituskyky on yhtä merkitsevä. Mikro, jossa MIPS-luku on suurempi, saattaa käytännössä olla hitaampi verrattuna mikroon, jossa on nopeampi näytönohjain ja kiintolevy.

Seuraavassa taulukossa on esimerkkejä MIPS-arvoista eri prosessoreilla. Arvot vaihtelevat eri mikroilla johtuen muun muassa välimuistista ja muistin rakenteesta.

Prosessoreiden MIPS-arvoja		
Nopeus	**Prosessori**	**MIPS**
4,77 Mhz	8086	0,3
8 Mhz	8086	0,7
8 Mhz	80286	1,3
12 MHz	80286	1,9
16 MHz	80386SX	2,5
20 MHz	80386SX	3,0
16 MHz	80386	5
20 Mhz	80386	6
25 MHz	80386	8,5
33 MHz	80386	11,4
40 MHz	80386	13
25 MHz	80486	20
33 MHz	80486	27
50 MHz	80486	41
66 MHz	80486DX2	54
100 MHz	DX4	70
66 MHz	Pentium	100
90 MHz	Pentium	150
120 MHz	Pentium	203
133 MHz	Pentium	220

Taulukossa ei ole aivan uusimpia prosessoreita, koska niiden todellista nopeutta ei voida mitata pelkällä MIPS-arvolla. Niiden mittaamiseen käytetään monimutkaisempia ohjelmia, jotka mittaavat muutakin kuin tiettyä yhtä käskyä. Prosessorin nopeudessa on tärkeää sen toimintanopeus, eikä yhden tietyn käskyn suoritusaika.

Kellotaajuus

Kellotaajuus ilmaistaan megahertseinä (MHz) eli kuinka monta miljoonaa kellojaksoa suoritetaan sekunnissa. Prosessorin suorittamat käskyt vaativat yhden tai useamman kellojakson. Tietokone on sitä nopeampi, mitä suurempi kellotaajuus ja tehokkaampi prosessori siinä on.

Kellotaajuus on vakio jokaisella tietokonetyypillä eli se on määritelty emolevykohtaisesti. Uusissa emolevyissä niiden muokattavuus näkyy myös siinä, että kellotaajuuskin on vaihdettavissa tarpeen vaatiessa.

Prosessorin valmistaja määrittelee prosessorille aina suositeltavan maksimikellotaajuuden. Jos prosessoria käytetään suuremmalla taajuudella kuin mihin se pystyy, on seurauksena virhetilanteita ja mahdollisesti laitteiston vaurioitumista. Liian suurella kellotaajuudella toimivaa prosessoria kutsutaan ylikellotetuksi.

Prosessorin kellotaajuuden määrää kvartsikide. Se määrää myös muiden toimintojen taajuudet kuten esimerkiksi prosessorin ulkoinen väylä ja väyläliitännät. Kvartsikiteellä on kiinteä taajuus, josta saadaan pienempiä taajuuksia jakamalla se sopivalla kertoimella. Jos kiteen taajuus on esimerkiksi 200 MHz, saadaan 100 MHz prosessorin taajuus jakamalla 200 MHz kahdella. ISA-väylän 8 MHz taajuus saadaan vastaavasti jakamalla 200 MHz kahdellakymmenelläviidellä. Yleensä käytetään kokonaislukujakajia, jolloin ISA-väylän taajuudeksi saattaa tulla esimerkiksi 8,33 MHz.

Käytettävää mikroa on mahdollista virittää, jolloin saadaan hiukan lisää käsittelytehoa. Kvartsikide voidaan esimerkiksi vaihtaa hieman nopeampaan. Ylikuumentuminen voi kuitenkin vaurioittaa prosessoria ja piirejä, jotka on suunniteltu pienempää nopeutta varten. Muisti ei myöskään välttämättä pysy jokaisessa tiedon siirrossa mukana, jolloin mikro jumiutuu. Virittäminen ei ole suositeltavaa, koska sellaisen mikron käyttö on epävarmaa. Mikro voi jumiutua käytössä milloin tahansa tai tiedonsiirto katkeilla hukaten tietoja.

Huomaa, että mikrojen ja prosessorien takuut eivät koske ylikellotettuja mikroja. Silloin toimitaan täysin omalla vastuulla.

Nykyisissä emolevyissä kellotaajuuksia voidaan vaihtaa helposti DIP-kytkimillä, jolloin kvartsikiteen taajuutta ohjataan PLL-piirillä *(Phase Locked Loop)*. Tällöin voidaan nostaa esimerkiksi Pentium-prosessorin ulkoista kellotaajuutta 60:stä 66:een megahertsiin. Prosessorin sisäinen kellotaajuus nousee samalla vastaavassa suhteessa. Esimerkiksi 90 megahertsiä muuttuu 100 megahertsiksi. DIP-kytkimellä voidaan helposti nostaa myös ISA-väylän kellotaajuus 8 megahertsistä ylöspäin. Muutos ei yleensä vaikuta muihin toimintoihin, sillä ISA-väylän taajuutta voidaan ohjata suoraan.

Kellotaajuuden muutoksesta on hyötyä, jos prosessori vaihdetaan nopeampaan. Tällöin väylätaajuudet voidaan asettaa sille sopiviksi. Prosessorin vaihdossa on oltava erittäin tarkka, että uusi malli on sopiva emolevylle.

On suositeltavaa käyttää vain OverDrive-prosessoreita.

Seuraavassa esimerkissä on erään Pentium-emolevyn kellotaajuuksien hallinta. Huomaa, että prosessorille ilmoitettua maksimitaajuutta ei saa ylittää, joten mikrossa jo olevalle prosessorille ei pidä mennä muuttamaan taajuuksia suuremmiksi. Kahden DIP-kytkimen avulla valitaan prosessorin ulkoinen kellotaajuus.

Prosessorin ulkoisen kellotaajuuden valinta

	Kytkin 1	**Kytkin 2**
50 MHz	OFF	OFF
60 MHz	ON	OFF
66 MHz	OFF	ON

Edellisessä taulukossa määriteltiin prosessorin ulkoinen kellotaajuus ja sisäinen taajuus riippuu siitä, kuinka monta kertaa prosessori kertoo ulkoisen taajuuden. Tällä hetkellä Pentiumin sisäiset kertoimet ovat joko 1,5; 2 tai 3. Kerrointa voi muuttaa kytkimistä, mutta se ei ole suositeltavaa. Seurauksena on lähes poikkeuksetta mikron jumiutuminen. ISA-väylän taajuus on riippuvainen prosessorin taajuudesta ja DIP-kytkimen asennosta.

Seuraavassa taulukossa voidaan muuttaa ISA-väylän kellotaajuutta. PCI-väylän taajuus on suoraan riippuvainen prosessorin nopeudesta.

Väylien kellotaajuuksien valinta kytkimillä

		Kytkin = OFF	**Kytkin = ON**
Prosessori	**PCI-väylä**	**ISA-väylä**	**ISA-väylä**
75 MHz	25 MHz	8,33 MHz	8,33 MHz
90 MHz	30 MHz	10 MHz	7,50 MHz
100 MHz	33 MHz	11 MHz	8,33 MHz
120 MHz	30 MHz	10 MHz	7,50 MHz

iCOMP

Intelin suorittimien tehoa kuvataan Intelin itsensä kehittämällä **iCOMP-indeksillä**. Indeksi kuvaa ainoastaan suorittimen tehoa eikä koko mikrolaitteiston tehoa.

Suoritin	Kuvaus		iCOMP
80386SX16	16 MHz SX 386	5 V	22
80386SX20	20 MHz SX 386	5 V	32
80386SX25	25 MHz SX 386	5 V	39
80386SL25	25 MHz SL 386	3,3 V	41
80386DX25	25 MHz DX 386	5 V	49
80386DX33	33 MHz DX 386	5 V	68
80486SX16	16 MHz SX 486	5 V	63
80486SX20	20 MHz SX 486	5 V	78
80486SX25	25 MHz SX 486	5 V	100
80486SX33	33 MHz SX 486	5 V	136
80486DX33	33 MHz DX 486	5 V	166
80486SX2-50	50/25 MHz SX 486	5 V	180
80486DX2-50	50/25 MHz DX 486	5 V	231
80486DX50	50 MHz DX 486	5 V	249
80486DX2-66	66/33 MHz DX 486	5 V	297
80486DX4-75	75/25 MHz DX 486	3,3 V	319
80486DX4-100	100/33 MHz DX 486	3,3 V	435
80501-60	60 MHz Pentium	5 V	510
80501-63	63 MHz Pentium OD	3,3 V	443
80501-66	66 MHz Pentium	5 V	567
80502-75	75 MHz Pentium	3,3 V	610
8050260-90	90/60 MHz Pentium	3,3 V	735
8050266-100	100/66 MHz Pentium	3,3 V	815
8050266-120	120/60 MHz Pentium	3,3 V	1000
8050266-133	133/66 MHz Pentium	3,3 V	1110

Taulukko: Intelin prosessoreiden iCOMP-arvot.

Edellä olevassa taulukossa on esitetty Intelin 386-, 486- ja Pentium-sukupolvien mikroissa käytettävien suorittimien iCOMP-indeksit.

Koska iCOMP painottaa 30-prosenttisesti 32-bittistä koodia ja 70-prosenttisesti 16-bittistä, ja käyttöjärjestelmät sekä ohjelmistot ovat menossa 32-bittisiksi, on nopeustestiohjelmasta suunniteltu uusi versio iCOMP 2.0. Se mittaa prosessorin suorituskyvyn täysin 32-bittisyyden pohjalta.

Suoritin	Kellotaajuus	iCOMP 2.0
Pentium II	266 MHz	303
Pentium II	233 MHz	267
Pentium Pro	200 MHz	220
Pentium Pro	180 MHz	197
Pentium with MMX	200 MHz	182
Pentium Pro	150 MHz	168
Pentium with MMX	166 MHz	160
Pentium	200 MHz	142
Pentium	166 MHz	127
Pentium	150 MHz	114
Pentium	133 MHz	111
Pentium	120 MHz	100
Pentium	100 MHz	90
Pentium	90 MHz	81
Pentium	75 MHz	67

Taulukko: Intelin uusimpien prosessoreiden iCOMP 2.0 -arvot.

iCOMP 2.0 -indeksin arvot eivät siis ole vastaavia kuin iCOMP 1.0 -indeksin. Prosessorien nopeuksia voi vertailla keskenään vain jommalla kummalla iCOMP-versiolla mitattuna. Uudemmilla ja nopeammilla prosessoreilla kannattaa nopeuksia verrata vain 2.0-versiolla. 1.0-version tulokset saattavat antaa väärän kuvan prosessorin nopeudesta. Erot johtuvat siitä, että esimerkiksi Pentium Pro on suunnattu pelkästään 32-bittiseen käyttöjärjestelmään, josta johtuen se saattaa olla suhteellisen hidas 16-bittisessä käyttöjärjestelmässä.

Muiden suoritinvalmistajien (AMD, Cyrix ja Chips & Technologies) prosessoreiden tehoja on vaikea suoraan verrata keskenään. Niissä on Intelin prosessoreista poikkeavat nopeudet, vaikka ne toiminnallisesti ovatkin yhteensopivia. Esimerkiksi AMD valmistaa 486DX2-40-, 486DX2-80- ja

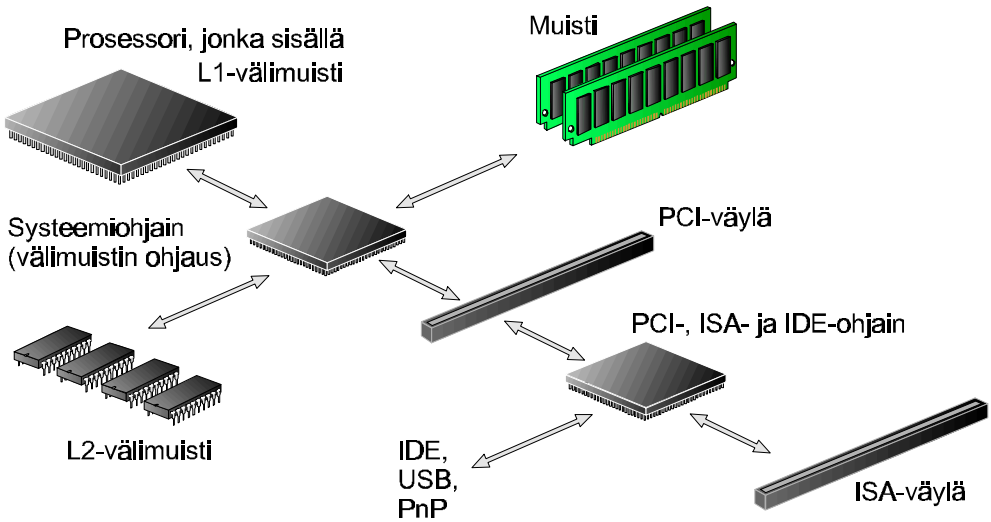
486SX2-66 -prosessoreita ja ne poikkeavat nopeutensa puolesta Intelin vastaavista.

Nopeuksia verrattaessa on syytä muistaa, että tärkein nopeuskriteeri on mikron kokonaisnopeus käytännön työtehtävissä, jossa mitataan myös mm. näytönohjaimen ja kiintolevyn nopeudet. Pienillä nopeuseroilla ei ole käytännössä merkitystä.

Oheispiirit

Mikrotietokoneen oheispiireillä *(Chipset)* on monta tehtävää, jotka ohjaavat koko emolevyn toimintaa. Suuntauksena on integroida yhä enemmän toimintoja yhdelle piirille ja siten vähentää piirien määrää ja kokoa. Samalla saadaan emolevyn koko pienennettyä.

Seuraavassa kuvaesimerkissä näet kahden tärkeän oheispiirin sijainnin emolevyllä sekä tiedon liikkumisjärjestyksen.



Kuva: Oheispiirien toimintakaavio.

Oheispiirit hoitavat siis tietoliikennettä prosessorin, muistin, välimuistin, liitäntöjen ja väylien välillä. Niiden tehtävänä on myös keskeytysten ja DMA-kanavien ylläpito.

Oheispiirien valmistajia on muutamia, joista yleisimmät ovat Intel, OPTi ja VLSI.

Seuraavassa listassa esitetään Intelin PCI-pohjaisia oheispiirisarjoja ja niiden tärkeimpiä ominaisuuksia.

- **Intel 430FX PCI (Triton)**
  Pentium
  Maksimi 128 Mt keskusmuisti
  EDO, SPM
  L2:n välimuistialue 64 Mt keskusmuistista
  PCI 2.0

- **Intel 430VX PCI (Triton II)**
  Pentium
  Maksimi 128 Mt keskusmuisti
  FPM, EDO, SDRAM
  L2:n välimuistialue 64 Mt keskusmuistista
  PCI 2.1, Concurrent PCI
  USB

- **Intel 430HX PCI (Triton II)**
  Pentium
  Maksimi 512 Mt keskusmuisti
  FPM, EDO
  ECC/Parity
  L2:n välimuistialue 512 Mt keskusmuistista
  PCI 2.1, Concurrent PCI
  USB

- **Intel 430TX PCI**
  Pentium with MMX
  Maksimi 256 Mt keskusmuisti
  FPM, EDO, SDRAM
  L2:n välimuistialue 64 Mt keskusmuistista
  PCI 2.1, Concurrent PCI
  USB, DPMA, Ultra DMA, SM Bus

- **Intel 430MX PCI**
  Pentium
  Maksimi 128 Mt keskusmuisti
  EDO, SPM
  L2:n välimuistialue 64 Mt keskusmuistista
  PCI 2.0

SMI, APM

- **Intel 440FX PCI**
  Pentium II ja Pentium Pro
  Maksimi 1 Gt keskusmuisti
  FPM, EDO, BEDO
  ECC/Parity
  USB, SMM
  PCI 2.1, Concurrent PCI
  Kahden prosessorin tuki

- **Intel 450GX PCI**
  Pentium Pro
  Maksimi 8 Gt keskusmuisti
  FPM
  SMM
  PCI 2.0
  Neljän prosessorin tuki

- **Intel 450KX PCI**
  Pentium Pro
  Maksimi 1 Gt keskusmuisti
  FPM
  SMM
  PCI 2.0
  Kahden prosessorin tuki

Seuraavana kerrotaan kahden eri piirisarjan piireistä ja niiden toiminnoista hieman tarkemmin.

OPTi:n piirisarja on suunniteltu 33 MHz 486-mikrolle. Piirisarja sisältää kolme piiriä, joilla hoidetaan tietokoneen osien ohjaus ja toimivuus keskenään. Luonnollisesti emolevyltä löytyy muitakin piirejä, mutta nämä kolme piiriä hoitavat varsinaiset päätehtävät.

Piirit ovat seuraavat:

- 82C943-piiri sisältää systeemin ja välimuistin ohjauksen, muistipiirien ohjauslogiikan ja liitäntäpiirit prosessoriin.

- 82C392-piiri hoitaa tiedon puskuroinnin, väylän ja näppäimistön ohjauksen, resetoinnin ja kellotaajuuden generoinnin.

- 82C206-piiri sisältää CMOS RAMin, joka sisältää SetUp-ohjelmalla määritetyt tiedot mikrotietokoneesta.

Intel 430FX PCI -piirisarja oli ensimmäisiä oheispiirisarjoja Pentium-mikroille. Se sisältää vain kolme piiriä, jotka hoitavat emolevyn tietoliikenteen. Tätä piirisarjaa kutsutaan myös nimellä Triton.

- 82437FX-piiri sisältää L2 Write-Back välimuistiohjauksen 256 tai 512 kt välimuisteille. Välimuisti voi olla SRAM-piireillä tai nopeammilla 'pipelined-burst'-piireillä. Piiri ohjaa myös keskusmuistia ja PCI-väylän toimintoja. Suurin määrä PCI-väyläisäntäkortteja on neljä kappaletta.

- 82237FB-piiri sisältää PCI Bus Mastering EIDE -ohjaimen, Plug and Play -portin emolevyn oheislaitteille, synkronisen PCI/ISA-liitynnän, tuen viidelle ISA-liitännälle. Lisäksi piiri hoitaa muun muassa keskeytykset ja DMA:t. IDE-ohjain voi käsitellä neljää IDE-laitetta maksimissaan 22 Mt/s tiedonsiirtonopeudella.

- 82438FX-piirejä on kaksi kappaletta. Molemmat hoitavat 32 bittiä 64-bittisestä tietoväylästä päämuistiin. Piirit sisältävät tiedon luku- ja kirjoituspuskuroinnin PCI-väylästä päämuistiin ja ne tukevat yli 100 Mt/s tiedonsiirtonopeutta.

Triton-piirit pystyvät huolehtimaan maksimissaan viittä Bus Master PCI -väylää. Triton-piirit toimivat 3,3 voltin jännitteellä 66 MHz nopeuteen asti. Tällöin niiden avulla voidaan rakentaa esimerkiksi 90 tai 100 MHz Pentium-mikro. Huomaa, että näiden Pentiumien I/O-väylät toimivat 60 tai 66 MHz kellotaajuuksilla.

Kylmä- ja uudelleenkäynnistys

Kylmäkäynnistys *(Cold Boot)* tapahtuu aina, kun sähköt kytketään päälle tai painetaan mikron etupanelista reset-kytkintä. Uudelleenkäynnistys *(Warm Boot)* tapahtuu kun CTRL, ALT ja DEL näppäimiä painetaan yhtä aikaa. Joskus kone saattaa olla sellaisessa tilassa, että CTRL-ALT-DEL ei toimi. Silloin ei auta muu kuin painaa reset-kytkintä.

Joskus CTRL-ALT-DELillä tehty uudelleenkäynnistys ei alusta konetta täydellisesti eikä kaikki toimi niinkuin pitäisi. Kokeile siinä tapauksessa reset-kytkintä. Jos laite ei vieläkään toimi niinkuin pitäisi, ota virrat pois päältä, odota muutama minuutti ja kytke virrat uudelleen.

Kun sähköjen päällekytkemisen jälkeen käyttöjännitteet ovat nousseet lähelle nimellisarvojaan, virtalähde ilmoittaa asiasta emolevylle Power Good -linjalla. Linjan looginen tila nousee "0":sta "1":een, jolloin kello-generaattori (tyyppi on 8284) aloittaa toimintansa.

Koska alijännitteinen prosessori saattaa tehdä mitä hyvänsä, CPU:n reset-sisäänmenoon lähetetään käyttöjännitteiden vakiinnuttua pulssi, joka resetoi prosessorin.

Seuraava **mikron käynnistysesimerkki** on esitetty yleisellä tasolla. Eri valmistajien BIOS-versioiden toiminta vaihtelee.

Kylmäkäynnistyksen toiminta alkaa tästä

Prosessorin rekisterit DS, ES ja SS nollataan.

Lämminkäynnistyksen toiminta alkaa tästä

CS:IP rekistereihin asetetaan osoite FFFF:0000. Rekistereiden sisältöä ei tässä vaiheessa voi ohjelmallisesti asettaa, koska keskusmuistissa ei ole minkäänlaista ohjelmaa. Prosessorin on itse huolehdittava asiasta. Keskusmuistin osoite ilmoitetaan usein muodossa ssss:oooo eli segmenttiosoite:offsetosoite.

Todellinen osoite saadaan laskemalla osoitteet seuraavalla tavalla yhteen:

```
        0 0 0 0   offset  (IP)
  +     F F F F   segment (CS)
  ---------------
      F F F F 0   todellinen osoite ( = 1048560 = 1 Mt - 16 tavua)
```

CS *(Code Segment)* ja IP *(Instruction Pointer)* rekistereissä oleva osoite

määrää, minkä konekielisen käskyn prosessori seuraavaksi suorittaa.

Osoite osoittaa BIOS ROM -piirillä olevan POST (***P**ower **O**n **S**elf **T**est*) -testiohjelman alkuun.

POST ohjelman suorittamia toimenpiteitä:

Keskeytyksien estäminen, CPU:n lippujen asettaminen, CPU:n rekistereiden toiminnan testaus ja BIOS ROM -piirin tarkistus.

Piirillä olevasta ohjelmakoodista ja datasta on muodostettu tarkistussumma, joka on tallennettu piirille. Mikäli ROM-piiri on vioittunut, uudelleenmuodostettu tarkistussumma ei vastaa alkuperäistä. Tarkistussummana voi olla esimerkiksi piirille tallennettujen loogisten ykkösten lukumäärä. Jos BIOS-piirin sisältöä muutetaan, pitää myös tarkistussummaa muuttaa, muuten käynnistyksen yhteydessä tulee esimerkiksi virheilmoitus ROM Checksum Error.

DMA:n (***D**irect **M**emory **A**ccess*, suora muistisaanti) alustus ja RAMmin virkistyksen aloittaminen.

Reset-lipun tallennus ja luku/kirjoitustesti keskusmuistin ensimmäiselle 32 kt:lle.

PIC:n (***P**rogrammable **I**nterrupt **C**ontroller*, ohjelmoitava keskeytyksen ohjain) alustus ja kahdeksan tärkeimmän BIOS-keskeytyksen asetus (keskeytykset 10h - 17h).

Laitteiston kokoonpanon määrittely ja asetus.

Video-ohjaimen alustus, testaus sekä videomuistin testaus, ellei 1234h lukua ole kirjoitettu reset- muistipaikkaan. Tämä toiminta tehdään vain Cold Bootissa. Ohjelma tutkii reset-muistipaikan sisällön ja mikäli siellä ei ole lukua 1234h, ohjelma tietää että kysymyksessä on Cold Boot.

8259 PIC:n testaus

Ohjelmoitavan keskeytyksen ajastimen 8253 *(PIT **P**rogrammable **I**nterrupt **T**imer)* testaus.

Näppäimistön resetointi ja toiminnan salliminen, scan koodin verifiointi (AAh), kiinni juuttuneen näppäimen tarkistus, keskeytysvektoritaulukon alustus.

Laitteistokeskeytysvektoreiden asetus.

Laajennuskehikon *(Expansion Box)* ja lisä RAM-muistin testaus, mikäli se on asennettu.

32 kilotavun yläpuolella olevan RAM-muistin testaus mikäli 1234h:ta ei ole reset-muistipaikassa. Tämä toiminta tehdään vain kylmäkäynnistyksessä. Ohjelma tutkii reset-muistipaikan sisällön ja mikäli siellä ei ole lukua, 1234h ohjelma tietää, että kysymyksessä on kylmäkäynnistys.

Etsitään ROM-muistia osoitteesta C800:0 osoitteeseen F400:0 2 kt:n lohkoissa. Mikäli ROM-muistia löytyy suoritetaan hyppy 3 tavua ROM-muistin alussa olevaan muistipaikkaan. Toiminnan jatkuminen määräytyy ROM-muistissa olevan ohjelman mukaisesti.

Testataan Basic ROM -muistin tarkistussumma, mikäli koneessa on Basic ROM -muistipiiri. Yleensä sitä ei ole muissa kuin IBM:n mikroissa.

Testataan löytyneet levykeasemat ja levykeaseman ohjain *(Floppy Disk Controller, FDC)*.

Testataan löytyneet rinnakkais- ja sarjaliitännät. Tallennetaan liitäntöjen I/O-osoitteen ja odotusviiveen oletusarvot laitetaulukkoon, joka alkaa osoitteesta 0:0400h.

Sallitaan NMI-keskeytykset.

Toiminta tästä eteenpäin on samanlaista kuin Ctrl-Alt-Del -näppäimillä suoritetussa uudelleenkäynnistyksessä:

Suoritetaan systeemikeskeytys numero 19 (INT 19, *ROM BIOS bootstrap loader)*, joka lukee levyltä tai levykkeeltä uralla 0 olevan sektorin 1 eli käynnistyssektorin keskusmuistiin alkaen muistipaikasta 7C00:0000. Ohjelman suoritus jatkuu muistiin ladatun ohjelman mukaisesti. Mikäli käynnistyslevyä ei löydy, annetaan virheilmoitus tai mikäli koneessa on BASIC ROM -piirit, käynnistetään BASIC.

Kiintolevyn pääkäynnistystietue *(master boot record)* ladataan keskusmuistiin ja sen sisältämän ohjelman ajo aloitetaan. Ohjelma tutkii kiintolevyn osiotaulukkoa ja mikäli yksi osio on merkitty aktiiviseksi *(Bootable)*, luetaan sen käynnistystietue keskusmuistiin ja tietueen sisältämän ohjelman ajo aloitetaan. Mikäli mitään osioista ei ole merkitty aktiiviseksi annetaan siitä virheilmoitus tai mikäli koneessa on Basic ROM-piirillä, käynnistetään BASIC.

Mikäli useampi osioista on merkitty aktiivisiksi, tai käynnistystietueen sisältävän osion tunnisteet eivät ole oikein, annetaan ilmoitus **INVALID PARTITION TABLE** ja käynnistys lopetetaan.

Mikäli osion käynnistystietuetta ei saada onnistuneesti luettua viidellä yrityksellä, annetaan ilmoitus **ERROR LOADING OPERATING SYSTEM** ja käynnistys lopetetaan.

Jos aktiiviseksi merkityn osion käynnistystietue ei sisällä oikeanlaista tunnistetta, annetaan ilmoitus **MISSING OPERATING SYSTEM** ja käynnistys lopetetaan.

Keskusmuistiin käynnistyssektorilta ladattu ohjelma tarkistaa, että levyltä löytyvät ohjelmat **IO.SYS** ja **MSDOS.SYS** (IBM:n koneissa **IBMIO.COM** ja **IBMDOS.COM**), jonka jälkeen se lataa IO.SYS (IBMIO.COM) -ohjelman keskusmuistiin.

Huomaa, että toimenpiteisiin tästä eteenpäin voidaan helposti vaikuttaa muuttamalla levyllä olevia ohjelmia tai korvaamalla ne kokonaan toisilla. ROM BIOSin toiminnan muuttaminen vaatii ROM-piirin uudelleenohjelmointia.

IO.SYS-ohjelma suorittaa seuraavat toimenpiteet:

- MSDOS.SYS-ohjelman lataus keskusmuistiin levyltä
- Laitteen statuksen määritys
- Levyke- ja kiintolevy-järjestelmän resetointi
- Systeemiin kytkettyjen laitteiden alustus
- Laiteohjainten lataus keskusmuistiin CONFIG.SYS-tiedostosta
- DOSiin liittyvien keskeytysten asetus
- MSDOS.SYS-ohjelman uudelleensijoitus lähemmäksi keskusmuistin alkua ja ohjelman suorituksen aloitus

MSDOS.SYS-ohjelma suorittaa seuraavat toimenpiteet:

- Ohjelman käyttämien työtaulukoiden alustus
- DOS keskeytysten 20h - 27h keskeytysvektoreiden alustus
- PSP:n tekeminen COMMAND.COMille alimpaan mahdolliseen segmenttiin
- Keskeytysvektoreiden INT 0F - 3F alustaminen (DOS 3.1+)
- COMMAND.COMin (tai config.sysissä määritellyn komentotulkin) lataus ja sen suoritus

COMMAND.COM lataa AUTOEXEC.BATin ja suorittaa sen komennot.

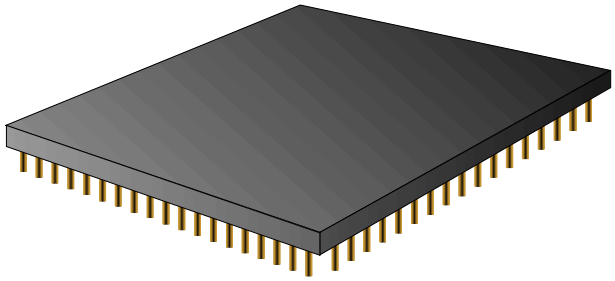
4. PROSESSORIT

Mikrotietokoneessa on yleensä yksi prosessori, joka hoitaa tiedon käsittely- ja laskentatehtävät. Uusissa prosessorimalleissa mukaan on integroitu matematiikkaprosessori, joka vanhemmissa malleissa on erikseen.

On olemassa myös moniprosessorimikroja, joissa on esimerkiksi 4 prosessoria rinnakkain. Tällöin vaaditaan käyttöjärjestelmältä tuki, jotta se osaa ohjata kaikkia prosessoreita. Esimerkiksi Windows NT tukee moniprosessorirakenteita. Huomaa, että esimerkiksi kaksiprosessorinen systeemi ei ole kaksi kertaa nopeampi kuin yksiprosessorinen. Tämä johtuu siitä, että kaikkia toimintoja ei voi teettää täysin yhtä aikaa rinnakkain molemmissa prosessoreissa.

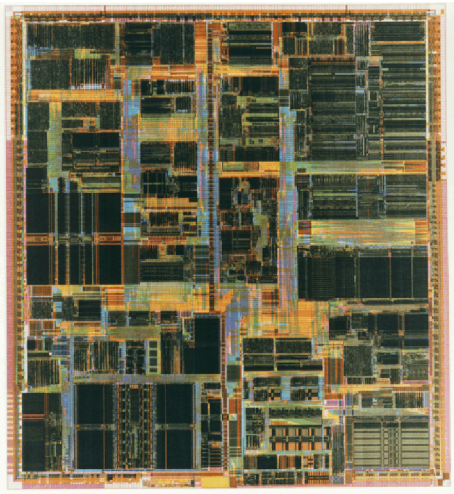
Mikroprosessorit

Mikroprosessori *(Microprocessor)* on tietokoneen aivot, jossa tietojen käsittely ja laskutoimenpiteet tapahtuvat. Mikroprosessoria kutsutaan myös suorittimeksi ja CPU:ksi (*Central Processing Unit*).



Kuva: Mikroprosessori PGA-kotelossa.

Prosessori sijoitetaan koteloon, jossa on kosketuskannat (jalat) pohjassa tai sivuilla. Itse prosessoripiiri on hyvin pienikokoinen. Suuri kotelo tarvitaan useiden jalkojen takia sekä suojaamaan prosessoria ja haihduttamaan lämpöä. Tarkemmin koteloista on Prosessorin kiinnitystavat ja koteloinnit -luvussa.



Kuva: Ilman kotelointia oleva prosessori voimakkaasti suurennettuna.

Itse prosessori osaa käsitellä vain nollia ja ykkösiä eli onko johtimessa jännite tai ei. Koska tilaa voidaan ilmaista vain nollalla ja ykkösellä, käytetään binäärijärjestelmää prosessorin ohjauksessa. Binäärijärjestelmä sisältää tietyn määrän nollia ja ykkösiä aina yhtä yhdistelmää kohti. Jos numerosarjaan sisältyy kahdeksan numeroa, on kyseessä 8-bittinen binäärijärjestelmä.

Binäärijärjestelmässä voidaan esittää esimerkiksi 8-bittisellä koodilla (8 numeroa) 256 eri yhdistelmää. Yhdistelmien lukumäärä saadaan selville laskemalla 2 potenssiin 8, joka on 256. 16-bittisellä koodilla päästään jo 65 536 yhdistelmään asti.

Kahdeksan bittistä mallia käytetään esimerkiksi mikron merkistön määritykseen. Merkkien maksimi lukumäärä on 256 ja esimerkiksi A-kirjaimen koodinumero on 65. Merkkien määrittämiseen käytetään myös 7-bittistä koodausta (esim. USA:ssa), jolloin merkkien lukumäärä rajoittuu 128:aan. Tähän määrään eivät skandinaaviset aakkoset mahdu. Niitä voidaan käyttää vain sijoittamalla ne vähiten tarvittavien merkkien, esimerkiksi hakasulkujen, päälle.

Seuraavana on malli, jossa 8-bittisellä binäärikoodilla on tehty neljä eri numeroyhdistelmää.

00000001 Ensimmäinen yhdistelmä eli 1
00000010 Toinen yhdistelmä eli 2
00000011 Kolmas yhdistelmä eli 3
00000100 Neljäs yhdistelmä eli 4

Nollien ja ykkösten avulla olisi todella vaikea ohjelmoida, joten on kehitetty ylemmän tason kieliä. Alin ohjelmointikieli on Assembler, jossa on symbolisoitu prosessorin käyttämät käskyt *(Mnemonics)* helpottaen ohjelmointia. Vasta korkeamman tason kielet, kuten Basic, Pascal ja C, mahdollistavat helpomman ohjelmoinnin. Assembleria käyttävän on tunnettava prosessorin rakenne ja toiminta hyvin.

Prosessori osaa peruslaskutoimitukset eli yhteen- ja vähennyslaskut sekä kerto- ja jakolaskut. Tämän lisäksi osa monimutkaisissa laskutehtävissä käytettävistä käskyistä on koodattu jo valmiiksi prosessoriin. Valmiiksi koodattuna laskenta tapahtuu nopeammin kuin jos laskun rakenne tehtäisiin aina laskentavaiheessa.

Elokuun kahdestoista päivä vuonna 1981 oli merkittävä päivä mikrotietokonealalla. Silloin IBM julkisti Intelin 8088-prosessorilla toimivan IBM PC:n, jonka avoin arkkitehtuuri johdatti eri tietokonevalmistajia tekemään kloonimikroja. Klooneista tulikin pian nopeampia ja edullisempia kuin alkuperäinen IBM PC. Kloonimikrojen ansiosta IBM PC -yhteensopivat koneet ovatkin tällä hetkellä selvästi yleisimpiä mikrotietokonerintamalla. Vanhahko DOS-käyttöjärjestelmä 640 kilotavun muistirajoituksineen ei ole hidastanut PC-mikrojen leviämistä.

Kaikissa PC-yhteensopivissa mikrotietokoneissa käytetään Intel 8086 -prosessoria tai sen vastaavilla käskykannoilla toimivaa uudempaa prosessoria.

Puhekielessä tarkoitetaan PC-mikrolla yleensä kaikkia Intel 8086/88 sidonnaisia eli yhteensopivia mikroja. Vaikka varsinainen PC-mikro tarkoittaakin vain 8086/88-mikroa, ovat sanat PC-mikro ja PC-yhteensopiva yleistyneet tarkoittamaan koko 8086/88-sarjaa, myös uudempia 386- ja 486-mikroja. Jos halutaan tarkasti eritellä PC-, AT-, 386- ja 486-mikrot, kannattaa käyttää prosessorin nimeä erittelemään mikrot. Tällöin sekaannuksia mikron tyypistä ei pääse tapahtumaan.

Eri valmistajien prosessoreille tehdyt ohjelmat eivät ole keskenään yhteensopivia. Esimerkiksi Macintoshin käyttämälle Motorolan 680xx:lle tehty ohjelma ei toimi suoraan missään Intel 80xx-tuoteperheen prosessorissa. Ohjelma toimii vain siinä prosessorissa, johon se on suunniteltu.

Intel 8086:n seuraajat ovat monipuolisempia ja tehokkaampia, mutta 8086:lle tehty ohjelma toimii myös niissä vastaavasti kuin 8086:ssa, mutta nopeammin. Jotta uudempien prosessoreiden suurempi kapasiteetti ja kehittyneemmät ominaisuudet voidaan hyödyntää, on niille tehtävä oma ohjelmansa. Esimerkiksi 80386-prosessorille tehty ohjelma, jossa on käytetty sen omia käskyjä, ei toimi 8086:ssa, koska 8086 ei tunne niitä.

Esimerkiksi Windows 3.1 ei toimi missään 8086-prosessoreissa, koska se on suunniteltu vain 80286- ja 80386-prosessoreille. 8086:n maksimi muistimäärä on vain yksi megatavu.

Prosessorin väylät

Mikrotietokoneen emolevyllä on useita erilaisia kohteita, joista käytetään nimitystä väylä. Prosessorirakenteeseenkin kuuluu kaksi erilaista väylätermiä: tieto- ja osoiteväylä.

Väylä tarkoittaa tietyn määrän johtimia sisältävää linjaa, jossa tieto kulkee. Jos väylän leveys on kahdeksan bittiä, se tarkoittaa kahdeksaa rinnakkaista johdinta. Jokaisessa rinnakkaisessa johtimessa kulkee tietoalkio yhtä aikaa. Jokainen johdin kuljettaa yhden signaalin, joko 0 tai 1, joten 8-bittisellä väylällä saadaan siirrettyä yksi tavu kerrallaan. 16-bittisellä väylällä voidaan siirtää kaksi tavua kerralla. Mitä leveämpi tietoväylä, sitä enemmän saadaan tietoa siirrettyä tietyssä ajassa.

Bitti 1 saadaan aikaan viiden voltin signaalilla ja bitti 0 nollalla voltilla. Uudemmissa prosessoreissa käytetään pienempiä jännitteitä. Esimerkiksi Pentium-prosessorit 75 - 200 MHz kellotaajuudella käyttävät 3,3 voltin jännitettä, jolloin tehonkulutus on pienempi.

Tietoväylä

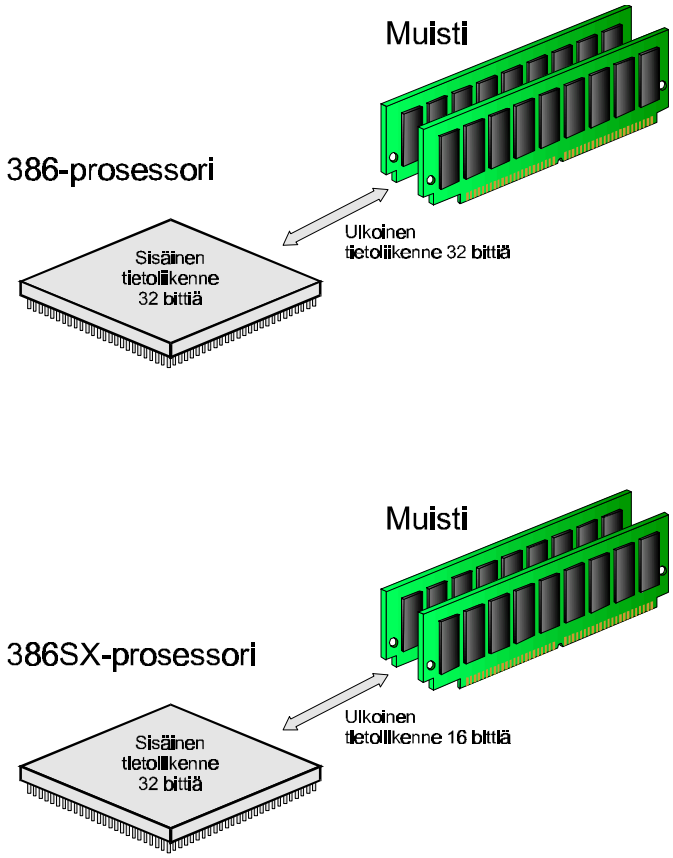
Prosessorissa on kaksi tietoväylää (*Data Bus*).

- Sisäinen väylä
- Ulkoinen väylä

Sisäinen tietoväylä kulkee prosessorin sisällä ja hoitaa siellä tapahtuvan tietoliikenteen.

Ulkoinen tietoväylä hoitaa prosessorista lähtevän ja siihen tulevan liikenteen muilta oheispiireiltä. Esimerkiksi muistin käsittely tapahtuu ulkoisen väylän kautta.

Prosessorin ulkoinen ja sisäinen väylä eivät ole aina samanlevyiset. Esimerkiksi 8088- ja 80386SX-prosessoreiden ulkoinen väylä on puolet pienempi kuin sisäinen. Nämä prosessorit ovat edullisempia versioita niin sanotuista 'aidoista' prosessoreista, joissa myös ulkoinen väylä on yhtä suuri kuin sisäinen.



Kuva: Kuvassa on esitetty miten 386DX- ja 386SX-prosessorit eroavat toisistaan. Olennaisin ero on puolet kapeampi ulkoinen väylä 386SX-prosessorissa. Kapeampi väylä hidastaa muistin käsittelyä, joka näkyy tehoerona 386DX:n hyväksi.

80386SX-prosessorin lyhenteen kirjain S tulee sanasta Single ja kirjain X kuvaa väylää. Niin sanottuja 'aitoja' prosessoreja kutsutaan DX-prosessoreiksi, jossa D tulee sanasta Double. 80486SX-prosessorin S ei kuitenkaan merkitse pienempää väylää, vaan se ilmoittaa sisäisen matematiikkaprosessorin puuttumisen.

Kapeamman ulkoisen väylän omaavien prosessoreiden sisäinen tiedonkäsittely on yhtä nopeaa kuin aidoissa, mutta ulkoinen tietoliikenne on hitaampaa kapeammasta väylästä johtuen. Merkittävin hidastuva toimenpide on muistin ja prosessorin välillä tapahtuva liikenne.

Vaikka teoreettisesti prosessorin tehokkuus putoaa puoleen puolet kapeammasta ulkoisesta väylästä johtuen, niin käytäntö on toinen. Ratkaisevin tietoliikenne tapahtuu prosessorin sisällä ja sehän on yhtä nopeaa DX- ja SX-prosessoreilla. Ulkoisessa tiedonsiirrossa ei aina voida edes lähettää tietoa maksimi väylänleveydellä, joten sekin pienentää nopeuseroa. Lopputuloksena on että SX- ja DX-prosessoreiden nopeudella ei ole mitään hyvin ratkaisevaa eroa. Kellotaajuus on huomattavasti merkitsevämpi nopeusmittari.

Intelin DX2-tuoteperheessä ei ole muutettu väylän leveyttä. DX2 tarkoittaa että sisäinen kellotaajuus on kaksi kertaa suurempi kuin ulkoinen. Ratkaisu mahdollistaa nopean mikron rakentamisen suhteellisesti edullisin komponentein. Nopeusero 50 MHz DX:n ja 50 MHz DX2:n välillä on vain prosentteja, joten käytännössä sillä ei ole edes merkitystä. Nopeusero on yllättävän pieni, vaikka DX2 toimii ulkoisesti puolet pienemmällä kellotaajuudella kuin DX. Yksi nopeuseroja tasaava tekijä on ISA-väylän pieni kellotaajuus. 8 MHz kellotaajuudella sen tiedonsiirtokyky on huomattavasti pienempi kuin mitä se on emolevyllä.

Intelin uusimman sukupolven DX4 toimii nimestään huolimatta vastaavasti kuin DX2, mutta se kolminkertaistaa prosessorin sisäisen kellotaajuuden. Tällöin 33 MHz emolevyllä DX4-prosessori toimii sisäisesti 99 MHz kellotaajuudella. Mainoksissa käytetään 100 MHz:n taajuutta, joka on pyöristetty luku 99:stä.

Osoiteväylä

Osoiteväylän *(Address Bus)* avulla määritetään muistin maksimimäärä ja muistiosoitteet. Mitä leveämpi väylä, sitä enemmän voidaan muodostaa eri osoitteita. Osoiteväylällä ei siis varsinaisesti siirretä tietoa. Sen avulla muodostetaan osoitteet, joilla osoitetaan haluttuun muistin kohtaan.

Jokaiseen osoitteeseen voidaan tallettaa yksi tieto eli osoitteiden lukumäärä vastaa mikrotietokoneen muistimäärää. PC/XT:n 20-bittinen osoiteväylä mahdollistaa 1 048 576 erilaista osoiteyhdistelmää, eli yhden megatavun verran muistia. 80386-prosessorin 32-bittisellä osoiteväylällä päästään jo 4096:een megatavuun.

Vaikka Pentium on 64-bittinen, on osoiteväylä rajattu siinä myöskin 32 bittiin. Pentium Prossa osoiteväylä on 36 bittiä ja maksimimuisti peräti 64 gigatavua.

Osoiteväylää voidaan kuvata rinnakkaisilla johtimilla: mitä enemmän niitä on käytössä, sitä suurempi muistiavaruus on käytettävissä. Mikrossa kulkeva tieto on binäärimuodossa joten mikron maksimimuistimäärä voidaan laskea seuraavasti: kaksi potenssiin osoiteväylän leveys. Esimerkiksi 2^{20} = 1 048 576 eli se on 8086/88-prosessorin maksimimuisti.

Teknisiä ominaisuuksia

Tässä luvussa esittelemme prosessoreiden tärkeimmät tekniset ominaisuudet. Niiden avulla ymmärrät enemmän prosessorien rakenteesta ja eroista. Voit myös verrata prosessoreiden esitettyjä ominaisuuksia keskenään.

Prosessorien ominaisuuksia					
	Prosessori	**Osoiteväylä (bittiä)**	**Muisti (Mt)**	**Sis. väylä (bittiä)**	**Ulk. väylä (bittiä)**
Intel	8088	20	1	16	8
	8086	20	1	16	16
	80186	20	1	16	16
	80286	24	16	16	16
	80386SX	24	16	32	16
	80386	32	4096	32	32
	80486SX	32	4096	32	32
	80486DX	32	4096	32	32
	80486DX2	32	4096	32	32
	DX4	32	4096	32	32
	Pentium	32	4096	32	64
	Pentium with MMX	32	4096	32	64
	Pentium Pro	36	64 Gt	300	64
AMD	Am386SX	24	16	32	16
	Am386DX	32	4096	32	32
	Am486SX, SX2	32	4096	32	32
	Am486DX, DX2	32	4096	32	32
	Am5x86	32	4096	32	32
	AMD K5	32	4096	32	64
Cyrix	Cx486SLC	24	16	32	16
	Cx486DLC	32	4096	32	32
	Cx486DRX.2	32	4096	32	32
	Cx486DX, DX2, DX4	32	4096	32	32
	Cyrix 5x86	32	4096	64	32
	Cyrix 6x86	32	4096	64	64
NEC	NEC V20	20	1	16	8
	NEC V30	20	1	16	16
IBM	386SLC	24	16	32	16
	486SLC	24	16	32	16
	486SLC2	24	16	32	16
	486BL2	32	4096	32	32
	486BL3	32	4096	32	32
Chips&Technologies	F8680 PC/Chip	20	1	16	16

TAULUKKO. Prosessorit.

Prosessorien ominaisuuksia				
	Prosessori	**Jalkoja**	**Transistoreja**	**Viivaleveys**
Intel	8088	40	29 000	3
	8086	40	29 000	3
	80186	40	50 000	2,4
	80286	68	134 000	1,5
	80386SX	100	275 000	1,5 ja 1,0
	80386SL	160	855 000	1
	80386DX	132	275 000	1,5 ja 1,0
	80486SX	168	1 185 000	1,0; 0,8 ja 0,6
	80486SX2	168	1 185 000	0,6
	80486SL		1 400 000	0,8
	80486DX	168	1 200 000	1,0; 0,8 ja 0,6
	80486DX2	168	1 100 000	0,6
	DX4	168	1 600 000	0,6
	Pentium 60, 66	273	3 100 000	0,8 ja 0,6
	Pentium 75 - 200	296	3 200 000	0,6 ja 0,35
	Pentium with MMX	296	4 500 000	0,35
	Pentium Pro	387	5 500 000	0,35
AMD	Am386SX	100	161 000	0,8
	Am386DX	132	161 000	0,8
	Am486SX, SX2, DX, DX2	168		0,7
	Am5x86	168		0,35
	AMD K5	296		0,35
Cyrix	Cx486SLC	132	600 000	0,8
	Cx486DLC	168	600 000	0,8
	Cx486DRX2	132	600 000	0,8
	Cyrix 5x86	168		0,65
	Cyrix 6x86	296		0,5
NEC	NEC V20	40	63 000	1,2
	NEC V30	40	63 000	1,2
IBM	386SLC	160	955 000	1,2
	486SLC	168	1 349 000	0,7
	486SLC2	168	1 349 000	0,7
	486BL2	100	1 400 000	0,6
	486BL3	100	1 400 000	0,6
Chips&Technologies	F8680 PC/Chip	160	150 000	0,8

TAULUKKO. Prosessorien tekniset ominaisuudet.

Seuraavana tutustumme lyhyesti mitä merkitystä on edellisessä taulukossa esitetyillä transistorien määrällä ja viivaleveydellä.

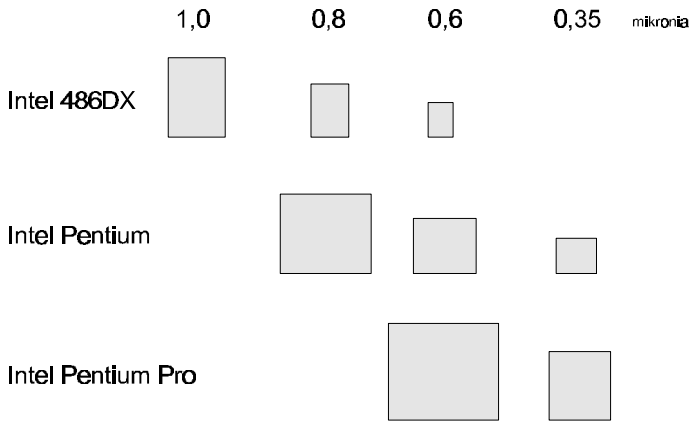
Transistorit

Transistorien lukumäärä kuvaa prosessorin monimutkaisuutta ja monipuolisuutta. Mitä monimutkaisempi ja kehittyneempi prosessori on, sitä enemmän siinä on sen toimintaa ohjaavia transistoreita. Se on myös osoitus prosessorin nopeudesta, sillä kehittyneemmissä prosessoreissa on enemmän transistoreja ja samalla myös selvästi enemmän tehokkuutta.

Pakkaustiheys

Prosessorin pakkaustiheys, jota mitataan mikrometriyksiköllä (puhekielessä mikroni), ilmoittaa miten tiheään prosessorin transistorit on rakennettu. Itse asiassa mikrometrillä mitataan prosessorin viivaleveyttä, joka kuvaa transistorien leveyttä. Mitä pienempi arvo on, sitä pienempi transistori on ja sitä tiheämmässä ne sijaitsevat. Yksi mikrometri on miljoonasosa metristä ja tuhannesosa millimetristä (0,000001 m).

Uudemmat prosessorit rakennetaan aina vain tiheämmiksi, jolloin fyysinen koko pienenee. Samalla transistorien määrää kuitenkin kasvatetaan toimintojen ja nopeuden lisäämiseksi. Tästä johtuu, että todellinen prosessorin koko kasvaa hitaasti.



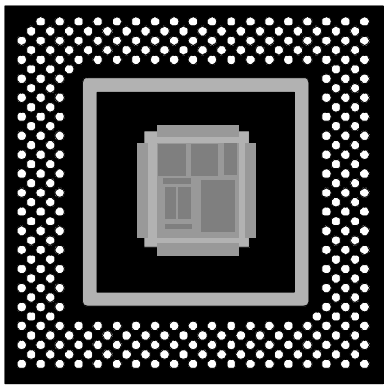
Kuva: Muutamien prosessoreiden suhteelliset koot valmistettuna eri mikronitiheyksillä. Mitä pienempi mikronimäärä, sitä pienempi on

prosessorin koko.

Kotelot

Prosessoripiiri on hyvin pieni ja herkkä vaurioitumaan. Se sijoitetaan suurehkoon koteloon, jossa ovat myös kosketuskannat (jalat) emolevylle. Kotelo suojaa prosessoria, mahdollistaa tukevat kosketuskannat sekä haihduttaa lämpöä.

Seuraavassa prosessorin alapuolelta otetussa kuvassa näkyvät kosketuskannat reunoilla. Keskellä oleva harmaa neliöalue on itse prosessoripiiri. Piirin reunoilta lähtevät hyvin ohuet johtimet kosketuskannoille eivät näy kuvassa.

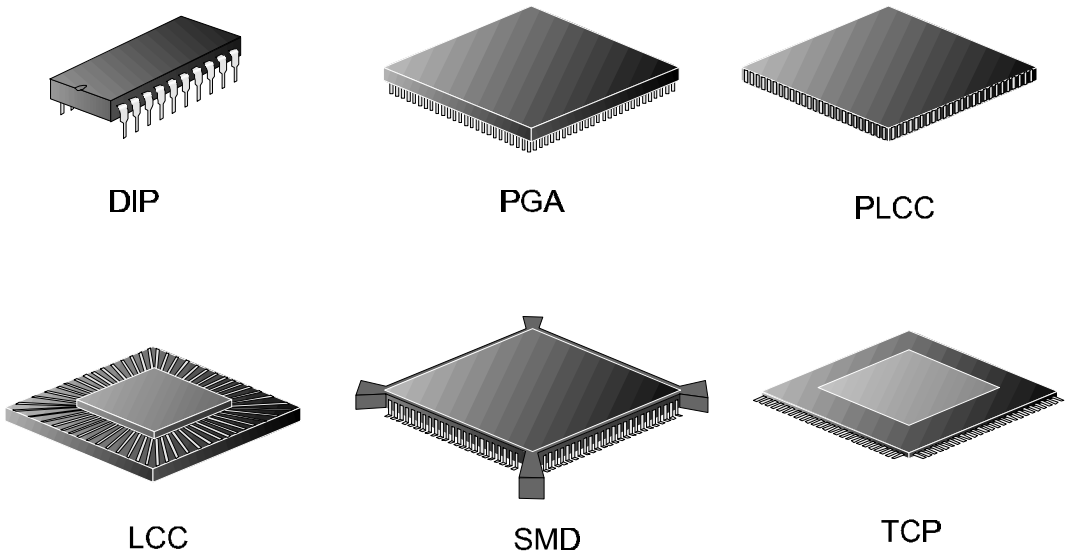


Kuva: Prosessori alhaalta kuvattuna ja prosessoripiirin suoja pois otettuna.

Prosessori voi olla emolevyllä erilliseen kantaan kiinnitettynä tai pintaliitoksella painettuna. Pintaliitoksella kiinnitetty prosessori on liimattu emolevylle ja jalat on tinattu suoraan emolevyn johtimiin. Pintaliitos on valmistusvaiheessa edullisempi, mutta prosessorin rikkoutuessa lähes ainoa korjauskeino on vaihtaa koko emolevy. Erilliseen kantaa kiinnitettävän prosessorin voi vaihtaa irroittamalla vanha ja painamalla uusi prosessori kiinni.

Pintaliitoksia suositaan tällä hetkellä enää kannettavissa mikroissa. Pöytämikroissa prosessori on lähes poikkeuksetta kiinni kantaan painettavana mallina. Sen voi silloin näppärästi vaihtaa nopeampaan tai rikkoutumistapauksessa ehjään.

Prosessoreita valmistetaan erilaisissa koteloihin, joiden tyyppi riippuu erilaisista tarpeista. Käyttötarkoituksesta riippuu halutaanko edullinen kotelointi, pieni koko, tarvitaanko kiinnitysalustaa vai asennetaanko prosessori pintaliitoksella emolevyyn ja niin edelleen.



Kuva: Prosessoreiden kotelointitekniikoita.

Ensimmäiset prosessorit valmistettiin DIP (*Dual Inline Package*) kotelossa, jossa jalat tulevat prosessorin kahdelta kyljeltä rivissä alaspäin. Kotelointi on sama kuin DRAM-muistipiireissä.

Seuraavaksi yleisin kotelointi on PGA (*Pin Grid Array*), jossa jalat tulevat useammassa rivissä prosessorin pohjasta. Pakkauksen materiaali on keraamista ainetta. PGA on asennettava varovasti kantaan, koska jalat saattavat kääntyä mutkalle helposti ja murtua.

PPGA *(Plastic Pin Grid Array)* on samankaltainen kuin PGA, mutta se on tehty muovista. Etuna saavutetaan parempi lämmön johtavuus, jolloin lämpö siirtyy helpommin pois prosessorista.

PLCC-kotelossa *(Plastic Leaded Chip Carrier)* jalat tulevat prosessorin sivuista ja prosessori asennetaan sille tehtyyn kantaan. Kotelo on tehty muovista, kuten nimestäkin voidaan päätellä.

LCC-kotelossa *(Leadles Chip Carrier)* ei ole paksua suojaa prosessorin päällä. Prosessori ja jalat näkyvät selvästi. LCC asennetaan omaan kantaa, johon se kiinnitetään jäähdytyslevyn avulla.

SMD-kotelointi on tarkoitettu pintaliitokseen, jossa prosessorin jalat juotetaan suoraan emolevyn johtimiin.

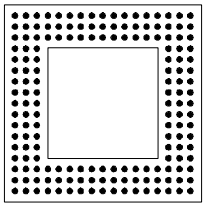
TCP-kotelo *(Tape Carrier Package)* on se pienin kotelointitapa. Kotelon paksuus on noin neljäsosa PGA-kotelon paksuudesta. Lisäksi TCP on myös pinta-alaltaan noin kolmasosa PGA-kotelosta.

Muita harvinaisempia kotelointitapoja ovat muun muassa PQFP (*Plastic Quad Flat Pack*) ja SQFP (*Slim Quad Flat Pack*).

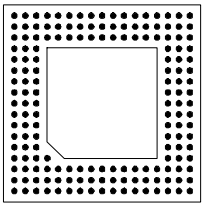
Prosessorikannat

486DX- ja sitä uudemmissa emolevyissä on seuraavassa kuvassa esitettäviä prosessorikantoja *(Socket).* Huomaa, että prosessorikantoihin ei ole merkitty niiden numerointia. Jos et löydä tyyppinumeroa emolevyn käsikirjasta, ainoa tapa selvittää kannan tyyppi on laskea pinnireikien lukumäärä.

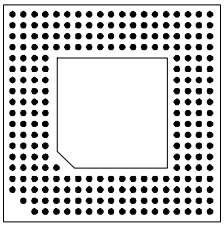
Seuraavissa kuvissa ja taulukoissa on prosessorikannat tyyppinumeroittain sekä kantojen tarkemmat määritykset.



486-prosessori



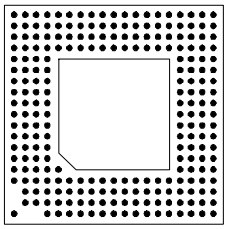
1



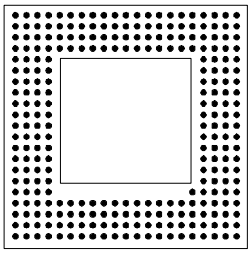
2

Kanta (Socket)	486-pros.	1	2
Pinnejä	168	169	238
Jännite (V)	5	5	5
Todennäköinen alkuperäinen prosessori	486DX	486SX, 486DX	486SX, -DX, -DX2
Päivitysprosessorit	486DX2, DX4 OverDrive	486DX2, DX4 OverDrive	486DX2, DX4, 486 Pentium OverDrive

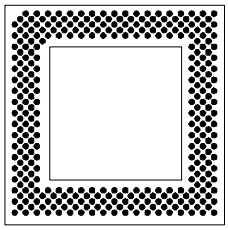
4. Prosessorit



3

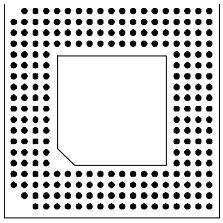


4

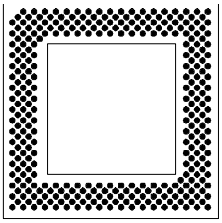


5

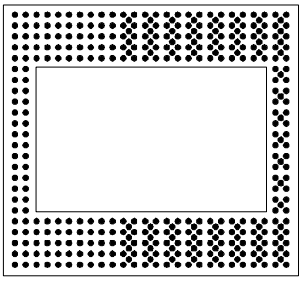
Kanta (Socket)	3	4	5
Pinnejä	237	273	320
Jännite (V)	3,3/5	5	3,3
Todennäköinen alkuperäinen prosessori	486SX, -DX, -DX2, DX4	Pentium 60 ja 66	Pentium 75 - 120
Päivitysprosessorit	486DX2, DX4, 486 Pentium OverDrive	Pentium 60/66 OverDrive	Pentium 75+ OverDrive



6



7



8

Kanta (Socket)	6	7	8
Pinnejä	235	321	387
Jännite (V)	3,3	VRM	VRM
Todennäköinen alkuperäinen prosessori	DX4	Pentium 75 - 200	Pentium Pro
Päivitysprosessorit	Pentium OverDrive	Pentium 75+ OverDrive	Pentium Pro OverDrive

Kannat 5 ja 7 eroavat pääosin toisistaan erilaisen jännitesyötön johdosta. Kanta 7 tukee kahden eri jännitteen yhtäaikaista syöttämistä prosessorille. Esimerkiksi Pentium with MMX tarvitsee 2,8 ja 3,3 voltin jännitteitä.

Slot 1 on uusin kantatyyppi, jota käytetään Pentium II -prosessorissa. Prosessori ja välimuisti ovat kiinnitettynä pieneen piirilevyyn, jonka pohjassa on kosketuskannat. Slot 1 muistuttaakin pientä lisäkorttia. Kannassa on molemmin puolin yhteensä 242 pinniä eli kosketuskantaa.

Kantatyypit

Prosessori voidaan asentaa kolmeen erityyppiseen kantaan:

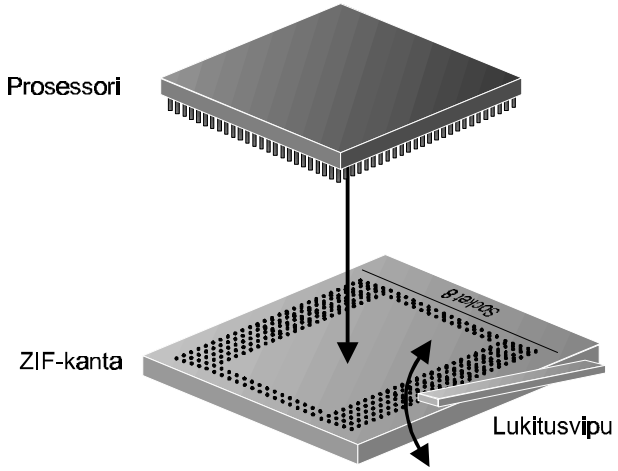
- Tavallinen kanta
- ZIF-kanta
- LIF-kanta

Prosessoria kiinnitettäessä on oltava tarkkana, että prosessori tulee oikein päin. Tarkista prosessorin jalkojen täsmäävyys prosessorikantaan.

Älä käytä liikaa voimaa. Kevyesti painamalla prosessori ei mene paikalleen väärin päin, mutta voimaa käytettäessä prosessori vioittuu.

Kiinnitettäessä prosessoria **tavalliseen prosessorikantaan** on oltava varovainen, että piikit eivät väänny ja prosessori painetaan tasaisesti paikalleen. Prosessorin irroittaminen on tehtävä hyvin varoen. On syytä käyttää erikoistyökaluja, jotka on tarkoitettu prosessorin irroittamiseen.

ZIF-prosessorikantoja (*Zero Insertion Force*) on kaksi erilaista. Yleisemmässä vaihtoehdossa prosessori asetetaan kantaan ja kiinnitetään vipu alas kääntämällä. Toisenlaisessa ZIF-kannassa kiinnitys tapahtuu ruuvia kääntämällä toiseen asentoon. Näissä vaihtoehdoissa ei käytetä voimaa prosessoria kiinnitettäessä.



Kuva: ZIF-prosessorikanta.

Kolmas vaihtoehto on **LIF-kanta** *(Low Insertion Force)*. Siinä prosessori painetaan kevyesti kiinni prosessorikantaan. Voimaa ei tarvitse käyttää kuitenkaan niin paljoa kuin tavallisessa prosessorikannassa. Tämän ansiosta prosessori irtoaa myös helpommin.

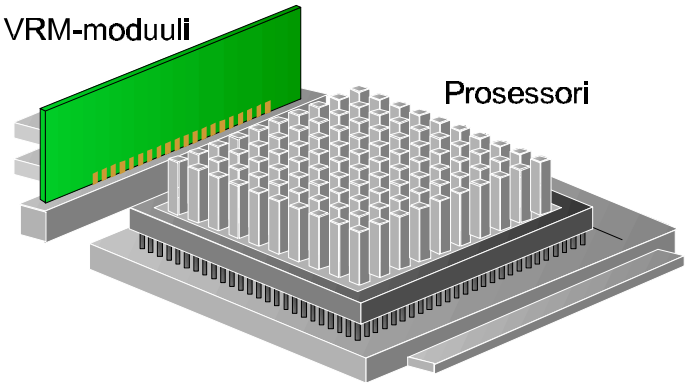
Jännite

Prosessorit käyttävät erilaisia käyttöjännitteitä, joista yleisimmät ovat 5, 3,5 ja 3,3 V. Vanhemmat prosessorit käyttävät viiden voltin jännitettä, ja suuntaus on yhä pienijännitteisempiin prosessoreihin. Esimerkiksi Pentium Pron määritykset tukevat 3,5 voltista aina 2,1 voltin jännitteeseen asti, mutta tämän hetken Pentium Pro -prosessorit käyttävät 'vain' 3,3 voltin jännitettä.

Jos päivität prosessorin johonkin tehokkaampaan malliin, varmista että käyttöjännite on oikea. Joissakin emolevyissä voidaan jumppereilla muuttaa prosessorin käyttöjännitettä. Monissa OverDrive-prosessoreissa onkin mukana jännitteen muunnin (VRM, *Voltage Regulator Module*), joka muuttaa emolevyn 5 voltin jännitteen prosessorille sopivaksi, esimerkiksi 3,3 voltiksi.

Jännitteen muuntimia on saatavana myös erikseen, jolloin 3,3 voltin prosessori voidaan asentaa 5 voltin emolevylle. Jännitteen muunnin tulee prosessorikannan ja prosessorin väliin.

Prosessorikantojen 7 ja 8 mukana on aina VRM, joka sijaitsee kannan vieressä.



Kuva: VRM-moduuli ja Socket 8 -prosessorikanta.

Tällainen VRM voi muuntaa jännitteen kiinteästi tietylle arvolle, tai jännitteen arvo voi olla muutettavissa. Esimerkiksi Pentium Prot sisältävät neljän pinnin avulla tiedon sen käyttämästä jännitteestä. Tämän avulla VRM osaa automaattisesti muuntaa jännitteen oikeaksi.

VRM tarvitsee sekä 5 että 12 voltin jännitteitä, muuntaessaan jännitettä haluttuun arvoon.

Uudemmat Pentium-prosessorit on merkitty tietyillä koodeilla, minkälaista jännitettä ne käyttävät. STD tarkoittaa 3,3 voltin, VR 3,8 voltin ja VRE 3,5 voltin jännitettä. Jotta prosessoria voidaan käyttää tietyllä emolevyllä, on jännitteen syötön vastattava prosessorin vaatimuksia.

Seuraavana on näiden koodistandardien taulukko.

Jännitekoodien merkitykset				
	Jännite (V)	**Tolerans-si**	**Minimi (V)**	**Maksimi (V)**
STD (Standard)	3,3	±0,165	3,135	3,465
VR (Voltage Reduced)	3,38	±0,083	3,300	3,465
VRE (VR Extended)	3,50	±0,100	3,400	3,600

Seuraavassa vaiheessa prosessorit tulevat käyttämään yhä pienempiä jännitteitä. Nämä vähentävät edelleen tehonkulutusta ja lämmöntuottoa. Jännitteen muuntimella varustettu systeemi on silloin välttämätön.

Edellä mainitut prosessorit käyttävät vain yhtä jännitevoimakkuutta. Uudemmat prosessorit vaativat kahta eri jännitettä, jolloin osa toiminnoista tapahtuu pienemmällä jännitteellä ja tehon kulutus pienenee ja lämpöä syntyy vähemmän.

Kahden jännitteen prosessoreja ovat muun muassa:

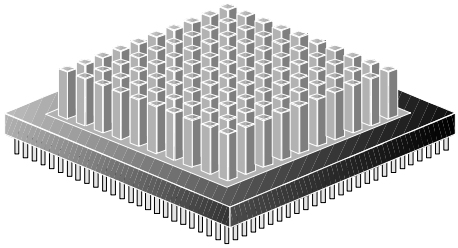
- Pentium with MMX (2,8 ja 3,3 volttia)
- Cyrix/IBM 6x86L (2,8 ja 3,3 volttia)
- Cyrix M2 (2,8 ja 3,3 volttia)
- AMD K6 166 ja 200 MHz (2,9 ja 3,3 volttia)
- AMD K6 233 MHz (3,2 ja 3,3 volttia)

Asennettaessa jotakin edellä mainituista prosessoreista, on syytä varmistaa, että emolevy tukee tällaista kahden jännitteen syöttöä prosessorille.

Jäähdytys

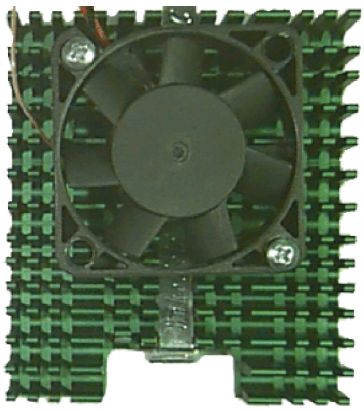
Uudet tehokkaat prosessorit tuottavat varsin paljon lämpöä, jolloin tarvitaan jäähdytyslevyjä tai tuulettimia. Molemmat asennetaan prosessorin yläpintaan kiinni.

Joissakin prosessoreissa on ohut metallinen jäähdytyslevy, joka siirtää lämmön prosessorista itseensä. Levy haihduttaa tehokkaammin ja tasaisemmin lämpöä kuin pelkkä prosessorin kotelo. Prosessoriin voidaan kiinnittää myös jäähdytysritilä, joka haihduttaa lämpöä tehokkaasti rakenteensa ja muotonsa avulla.



Kuva: Jäähdytysritilä prosessorin päällä.

Tuuletin siirtää lämmintä ilmaa prosessorin pinnasta muualle. Tuuletin tarvitsee myös sähkövirtaa, kun taas jäähdytysritilä ei. Molemmat voivat olla myös yhtä aikaa käytössä, jolloin tuuletin on sijoitettu jäähdytyslevyn päälle.



Kuva: Prosessorin jäähdytysritilä ja tuuletin.

Seuraavassa taulukossa on tyypillisiä maksimilämpötiloja eräille prosessoreille.

Maksimilämpötiloja	
Prosessori	**Lämpötila °C**
486SX, 486DX, 486DX2, DX4	85
486DX2 OverDrive, DX4 OverDrive	95
60 MHz Pentium	80
66 - 166 MHz Pentium	70

Lämpötila tulee mitata keskeltä prosessoria, kun mikro on ollut riittävän kauan päällä.

Erikoistekniikat

Tässä luvussa käsitellään tärkeimmät prosessoreiden erikoistekniikat, jotka ovat

- SMM
- MMX
- AGP

Nämä tekniikat ovat vain tietyissä prosessoreissa, eivät siis kaikissa.

SMM

SMM (*System Management Mode*) -tekniikkaa käytetään virransäästöön optimoiduissa prosessoreissa esimerkiksi Intel 386SL- ja 486SL-prosessoreissa. SMM pystyy katkaisemaan virrankulutuksen koko järjestelmältä ja oheislaitteilta kuten esimerkiksi kiintolevyltä.

SMM:n erikoisominaisuudet ovat

- Normaalin muistialueen ulkopuolella oleva muisti, jota käytetään virran hallinnan käskyille.
- Erikoinen keskeytysmekanismi, joka on tavallisen keskeytysalueen ulkopuolella.
- Uudet käskyt SMM:n ohjaukselle.
- Prosessori sisältää lisäjalkoja, joiden linjoilla ohjataan virranhallintamekanismia.

SMM mahdollistaa automaattisen virrankatkaisun muistille, levyasemille, modeemille, näytölle ja liitännöille kun niitä ei ole käytetty tiettyyn aikaan. Prosessori itse voi myös säästää virtaa pudottamalla kellotaajuutensa nollaan megahertsiin. Kun prosessoria taas käytetään, palauttaa se kellotaajuutensa normaaliksi ja muistaa rekistereidensä sisällöt. Toiminto jatkuu juuri siitä tilasta johon se jäi prosessorin siirtyessä lepotilaan. Aivan itse SMM:ää käyttävä prosessori ei hoida virrankatkaisujaan. Virrankatkaisut hoitaa BIOS, joka on suunniteltu nimenomaan SMM:n käyttöä varten.

Eri prosessorivalmistajat ovat suunnitelleet SMM:n rakenteen hiukan eri lailla. Esimerkiksi muistin ja rekistereiden määrä vaihtelevat. Kuitenkin kaikissa SMM:ää käyttävissä prosessoreissa on vähintään perustason virransäästömenetelmät. Nämä prosessorit vaativat oman BIOSin ja piirisarjan toimiakseen.

MMX

Intelin kehittämä MMX-teknologia on tehty tehostamaan multimediaominaisuuksia PC-mikroissa. Määritelmä on julkaistu 5. maaliskuuta 1996. MMX-ominaisuuksista voidaan hyötyä vasta, kun sekä prosessori että sovellusohjelma tukevat määritelmää.

Käyttöjärjestelmään ei tarvitse mitään muutoksia MMX:n toimintaa varten. MMX toimii kaikissa käyttöjärjestelmissä.

MMX:n sisältävään prosessoriin tulee 8 uutta rekisteriä ja 57 käskyä, joita voidaan suorittaa rinnakkain multimediaesityksissä. MMX mahdollistaa yhtäaikaisia toimintoja, kuten esimerkiksi monikanavaisen äänen ja videokuvan esitysten eri vaiheiden toteuttamisen. Kyseiset toiminnot nopeutuvat noin 50 - 400 prosenttia, kun käytetään MMX-käskyjä. MMX:stä hyötyy siis grafiikkaa, ääntä ja videokuvaa käyttävät ohjelmat.

Uudet MMX-prosessorit tulevat olemaan täysin yhteensopivia myös tavallisten ohjelmien kanssa. Niiden toiminta ei kuitenkaan nopeudu.

Uudet käskyt käyttävät SIMD-tekniikkaa *(Single Instruction, Multiple Data)*. Tämä tarkoittaa, että yksi käsky voi työskennellä usean tiedon kanssa yhtä aikaa, joita voi olla jopa kahdeksan rinnakkain. Toimenpiteessä käytetään 64-bittistä rekisteriä, jolloin 8-bitin tietolohkoja voi olla suurimmillaan kahdeksan. Siinä voidaan käyttää yhtä aikaa myös neljää 16, kahta 32 tai yhtä 64 bitin tietolohkoa.

Uusien käskyjen lisääminen prosessoriin siten, että ne eivät vaikuta vanhoihin käskyrakenteisiin, ei ole ollut helppo tehtävä. Intel on ratkaissut sen lisäämällä MMX-rekisterit liukulukuyksikön FP-rekistereihin. x86-liukulukuyksikössä on kahdeksan 80 bitin rekisteriä, joista 64 bittiä käytetään perusnumeroihin ja 16 bittiä eksponenttiin. MMX käyttää hyödykseen vain 64 bittiä jokaisesta rekisteristä.

Ohjelmoijien on oltava tarkkana, että he eivät sekoita FP- ja MMX-käskyjä keskenään. Molemmat käskyryhmät kun käyttävät samoja rekistereitä.

Kun esimerkiksi MMX-käskyjä on käytetty, on ohjelman nollattava kyseiset rekisterit. Tämä käsky löytyykin uusista MMX-käskyistä.

Ensimmäiset MMX-teknologiaa käyttävät prosessorit tulivat markkinoille 1997 vuoden alussa. Nämä Pentium with MMX -prosessorit toimivat 166 ja 200 megahertsin kellotaajuuksilla. Pentium Pron MMX-versio on nimellä Pentium II.

Myös muut prosessorivalmistajat tulevat käyttämään MMX-teknologiaa uusissa prosessoreissaan. AMD on jo lisensoinut tekniikan ja AMD K6 -prosessori sisältääkin MMX-teknologian. Cyrixin uusimmissa prosessoreissa on myös MMX-tekniikka.

AGP

Intel julkisti vuoden 1996 alussa nopean liitäntätekniikan nimeltä AGP *(Accelerated Graphics Port)*. AGP ei ole väylä, vaan se on liitäntämenetelmä PCI-väyläisten näytönohjainten tietojen siirtämisnopeuden kasvattamiseksi. PCI-väylän rajoitukset ovat jo nyt muodostuneet pullonkaulaksi nopeaan näytönohjaukseen. AGP ei vaadi PCI-väylään mitään muutoksia, koska se toimii täysin riippumattomana PCI-väylästä. AGP käyttää omaa erillistä liitintään.

AGP-tekniikan avulla näytönohjaimen prosessori voi käyttää keskusmuistia prosessorin ulkoisella kellotaajuudella (yleensä 60 tai 66 MHz). Normaalisti PCI-ohjaimet toimivat suurimmillaan vain 33 MHz taajuudella, joka on PCI-väylän suurin toimintataajuus.

AGP käyttää 32-bttistä väylää, jossa käytetään kellotaajuuden tuplaustekniikkaa. Täten 66 MHz kellotaajuudesta syntyy 133 MHz kellotaajuus, jolloin peräti 533 Mt/s tiedonsiirtonopeus on mahdollinen.

Keskusmuistin käytön hyötynä näytönohjaimen muistin lisäksi on käytettävissä olevan muistin määrän kasvattaminen. 3D-grafiikassa muistia ei tarvita pelkästään näytöllä esitettävän kuvan ylläpitämiseen vaan myös tekstuurikuvioiden, alfa-sekoituksen ja Z-puskurin tarpeita varten. Tämän takia suuri muistimäärä nopeuttaa näyttötoimintoja.

Keskusmuistin käyttö näytönohjaimen muistina tunnetaan nimellä UMA *(Unified Memory Architecture)*. AGP ei ole pelkästään tätä vaan se mahdollistaa kaikkea muutakin kuten tässä luvussa on esitetty.

AGP:n hyödyntäminen vaatii tuen emolevyltä (piirisarjat) ja näytönohjaimelta.

Prosessoriperhe, -malli ja -askeltaso

Kaikki tietyn nimiset prosessorit kuuluvat samaan perheeseen *(Family)*. Niissä voi olla nopeuseroja tai pieniä rakenne-eroja. Esimerkiksi kaikki Pentium-prosessorit muodostavat Pentium-perheen. 486- ja Pentium Pro -prosessorit eivät siihen kuulu, vaan molemmat niistä muodostavat omat perheensä.

Kun prosessorista tehdään esimerkiksi nopeampi malli, siihen lisätään välimuistia tai pakataan eri koteloon, muuttuu tällaisen uuden prosessorin mallinumero *(Model)*. Samaan malliin voi kuitenkin kuulua esimerkiksi eri nopeuksisia prosessoreita, koska valmistaja määrittelee, mitkä prosessorit kuuluvat samaan malliin. Mallista puhutaan myös nimellä sukupolvi *(Generation)*.

Kun prosessorin mikropiiriä muutetaan korjaamalla havaittuja vikoja, muodostuu uusi askeltaso *(Stepping Level)*. Askeltasoja voi olla useitakin, jos korjattavaa löytyy myöhemmin lisää. Uudemman askeltason prosessori on aina paremmin toimiva kuin edeltäjä. Vaikka valmistajat suunnittelevat ja testaavat prosessorit erittäin tarkasti ja monipuolisesti, tulee virheitä aina silloin tällöin.

Koodinimet

Intel on käyttänyt koodinimiä prosessoreiden valmistusvaiheessa. Seuraavana on yleisimmät koodinimet ja niistä julkistetut prosessoreiden nimet.

P4	Intel 486 DX
P24	Intel DX2
P24C	Intel DX4
P24D	Intel DX2 Write-Back Cache
P24T	Pentium OverDrive
P23T	Intel 486 SX ja DX OverDrive
P23	Intel 486 SX
P23N	Intel 487 SX
P5	Pentium 60 ja 66 MHz (5 V)
P54C	Pentium 75 MHz ja nopeammat (3,3 V)
P6	Pentium Pro
P55C	Pentium MMX-käskyillä (Pentium with MMX)
Klamath	Pentium Pro MMX-käskyillä (Pentium II)

Jos koodinimen perässä on **S**-kirjain, tarkoittaa se sitä, että siinä mallissa on SL-virranhallintajärjestelmä.

8086/88

Kesäkuussa vuonna 1978 Intel julkisti 8086-prosessorin, joka on vaikuttanut merkittävästi mikrotietokoneiden kehityskulkuun. 8086 oli julkistusvaiheessa ensimmäinen täysin 16-bittinen prosessori. Vuoden 1979 kesäkuussa Intel valmisti prosessorin 8088, joka on hiukan muunnettu versio 8086:sta. Ainoa ero on ulkoisen väylän leveys, joka on 8088-prosessorilla 8-bittinen. Kaikki mikroprosessorin ulkopuolelle tapahtuva tiedonsiirto, esimerkiksi muistinkäsittely tapahtuu 8-bittisellä väylällä. Kapeammasta väylästä johtuen prosessorin ulkopuolella tiedonsiirto on noin kaksi kertaa hitaampaa kuin 8086:n 16-bittisellä väylällä, mutta 8088:n suunnittelussa tähdättiin muihin ominaisuuksiin kuin pelkkään nopeuteen.

8088 suunniteltiin ja valmistettiin, koska siihen aikaan 16-bittinen tietokonerakenne olisi ollut liian kallis ja mikron hinta olisi noussut suhteettoman korkeaksi. Koska 8088-prosessorin yhteyteen pystyttiin rakentamaan 8-bittiset oheispiirit ja koko emolevyn rakenne, voitiin IBM PC:stä rakentaa riittävän edullinen mikrotietokone. Itse 8088-prosessorin valmistus tuli maksamaan vain hiukan vähemmän 8086-prosessoriin verrattuna.

8086/88-prosessorin osoiteväylän leveys on 20 bittiä ja se pystyy osoittamaan 1 024 kilotavua (1 Mt) muistia. Tästä PC-DOS-käyttöjärjestelmän käyttöön varattiin kaukonäköisesti peräti 640 kt muistia, vaikka siihen aikaan mikroissa oli maksimissaan 64 kt. Tosin ensimmäisissä PC-mikroissakin oli vain 64 kt muistia, joka kasvatettiin miltei heti 128 kilotavuun. Muutaman vuoden päästä huomattiin 640 kilotavun muistiavaruus varsin riittämättömäksi ohjelmistojen kasvaneiden muistitarpeiden takia. Samaan aikaan alkoi erilaisten muistin lisäämismahdollisuuksien suunnittelu.

Vasta vuonna 1990 ilmestynyt Windows 3 on pystynyt käsittelemään kunnolla suurempia muistimääriä. Se ei valitettavasti auta 8086/88-prosessorisia mikroja, koska niiden suurin muistikapasiteetti on 1024 kt. Uudempaa Windows 3.1 ohjelmaa ei voi käyttää 8086/88-mikroissa ollenkaan, vaan sen käyttöön vaaditaan vähintään 80286-mikro. Windows 3.1 vaatii muistia yli 1024 kilotavua toimiakseen. 8086/88-prosessoreiden

muistikapasiteettia voidaan kasvattaa käyttämällä EMS-muistia.

EMS-muistiin voidaan tallettaa ainoastaan tietoa, sillä ohjelmien käyttö sieltä on hyvin rajoitettu. Ajureita ja taustaohjelmia voidaan myös siirtää perusmuistista EMS-muistiin, jolloin perusmuistia vapautuu hiukan enemmän. Ratkaisu ei ole yhtä nopea ja käytännöllinen kuin yhtenäinen muisti, eikä se poista 640 kt:n perusmuistirajoitusta.

Ensimmäiset 8086/88-prosessoriset mikrot toimivat 4,77 MHz taajuudella. Sen jälkeen nopeuksia on nostettu ja nopeimmat PC/XT-mikrot toimivat 12 MHz taajuudella.

80186/88

80186/88-prosessorien ulkoinen ja sisäinen väylä ovat vastaavan kokoiset kuin 8086- ja 8088-prosessoreilla. 80186 on täysin 16-bittinen ja 80188 on ulkoisesti 8-bittinen. Molemmat prosessorit ovat hyvin harvinaisia mikrotietokoneissa. 80186-prosessoria on käytetty muun muassa Nokian MikroMikko II:ssa. Prosessoria käytetään huomattavasti yleisemmin erilaisissa prosessiratkaisuissa, joissa 80186 on suhteellisen tehokas, monipuolinen ja edullinen.

Tähän prosessorimalliin on sijoitettu enemmän komponentteja kuin 8086/88:aan. Sen johdosta emolevyllä sijaitsevien oheispiirien määrä on hiukan pienempi. Käskykanta on saatu toimimaan vähemmillä kellojaksoilla, joten 80186/88 toimii nopeammin kuin 8086/88. Windows 3:ssa 80186/88 toimii vain reaalitilassa kuten 8086/88-prosessorikin. Windows 3.1 ei toimi 80186-mikrossa, kuten ei 8086/88-mikrossakaan.

80286

Vuoden 1982 helmikuussa Intel julkisti 80286-prosessorin, joka oli edistyksellinen aikanaan. Prosessori mahdollisti 16 Mt:n muistiavaruuden, kun siihen aikaan pidettiin 128 kt:n muistiakin kohtalaisen suurena. Ensimmäinen 80286-prosessoria käyttävä tietokone oli IBM AT, joka julkistettiin vuonna 1984.

80286-prosessoria voidaan käyttää kahdessa eri tilassa. Reaalitilassa (*Real Mode*) 80286 toimii kuten 8086/88-prosessori ja silloin suurin muistiavaruus on 1 Mt. Uutuutena prosessorissa on suojattu tila (*Protected Mode*), jossa pystytään osoittamaan 16 Mt muistia 24 bitin muisti-

väylän avulla.

Sovellusohjelmat eivät pystyneet pitkään aikaan hyödyntämään tuota ylimääräistä jatkettua muistia, koska 8088-prosessori rajoitti muistin yhteen megatavuun. Jatketun muistin suurin hyöty saatiin käyttämällä RAM-levyä, josta pienikokoisena ei juuri ollut apua sovellusten käytössä. Jotkin ohjelmat pystyivät hyödyntämään jatkettua muistia, mutta sitäkään ei voinut käyttää kuin yksi ohjelma kerrallaan.

Vasta Windows 3 toi täyden tuen jatketulle muistille 16 megatavuun asti prosessorin suojatun tilan avulla. Windows nosti AT:n merkitystä perustyöjuhtana, mutta heti perään AT:n arvostus kuitenkin romahti. Laajentuneiden ohjelmistojen takia 80286-mikro on aivan liian tehoton kunnolliseen Windows-käyttöön. Jopa Windows-tekstinkäsittely on turhan tahmeaa 286-prosessorisessa koneessa.

80286:n suojattu tila mahdollistaa moniajo-ohjelmien käytön. Useampi ohjelma voi olla omissa ikkunoissaan ja toimia yhtaikaa. Esimerkiksi taulukkolaskenta voi suorittaa taustalla laskuoperaatiotaan kun edustalla kirjoitetaan tekstinkäsittelyohjelmalla. Jos jokin ohjelma kaatuu, voidaan muiden ohjelmien toimintaa jatkaa, eikä koko tietokone mene jumiin. 80286 pystyy myös käyttämään virtuaalimuistia, joka tarkoittaa että keskusmuistin loppuessa siirretään osa tiedoista kiintolevylle. Kun siirrettyä tietoa taas tarvitaan voidaan se ladata muistiin käsittelyä varten. Virtuaalimuistin koko on 1 Gt eli 1024 Mt.

Käskyjä on optimoitu verrattuna 8086/88:aan, joten 286 toimii samalla kellotaajuudella nopeammin. Ulkoisesti 8-bittistä versiota ei tästä prosessorista ole koskaan rakennettu.

80386DX

80386 on Intelin ensimmäinen täysin 32-bittinen mikroprosessori ja se julkaistiin marraskuussa vuonna 1985. Prosessorista käytetään sekä 80386- että 80386DX-nimitystä.

Ensimmäisenä 80386-mikrotietokoneen toi markkinoille Compaq, jonka mallinimi oli DeskPro 386. Se toimi 16 MHz kellotaajuudella ja oli aikanaan hyvin nopea mikrotietokone. Vasta huomattavasti myöhemmin IBM julkisti oman 386 mikron IBM PS/2 Model 80.

80386:ssa on 32 bitin osoiteväylä, joka mahdollistaa muistiavaruuden 4

gigatavuun eli 4096 megatavuun asti. Virtuaalimuistin maksimikoko on 64 teratavua.

80386:ssa on kolme eri tilaa, joissa sitä voi käyttää:

- Reaalitila *(Real Mode)*
- Suojattu tila *(Protected Mode)*
- Virtuaalinen reaalitila *(Virtual Real Mode)*

Reaalitila toimii aivan kuten käytössä olisi 8086/88-prosessori ja maksimimuistina on 1 megatavu, vaikka todellista muistia olisikin enemmän. Reaalitila on edelleen mukana, koska sen avulla saavutetaan täydellinen yhteensopivuus 8086/88-prosessoreiden kanssa.

Suojattu tila on vastaava kuin 80286-prosessorissakin ja on täysin yhteensopiva. Maksimimuisti on 16 megatavua.

Uutta 80386:ssa on virtuaalinen reaalitila. Siinä on mahdollista käyttää yhtä aikaa useita 8086/88 reaalitiloja ja se on todellinen moniajotila. Yhden osion kaatuessa se voidaan hallitusti poistaa, muiden osioiden jatkaessa normaalisti toimintaansa.

80386 on selvästi nopeampi ja monipuolisempi kuin Intelin edellinen saman perheen prosessori 80286. Siinä pystytään esimerkiksi siirtymään helposti suojattuun tilaan ja takaisin. 80286:lla siirtyminen suojatusta tilasta takaisin reaalitilaan ei onnistu ilman monimutkaista kiertotietä, jota käytetään esimerkiksi Windows 3:ssa. Nämä kiertotiet eivät onneksi näy Windowsin loppukäyttäjille.

80386SX

Kuten aikanaan kehitettiin 8088, suunniteltiin samoin periaattein 80386:sta ulkoisesti 16-bittinen malli 80386SX. Tämä prosessori julkistettiin kesäkuussa 1988.

386SX:n ympärille voidaan rakentaa edullisempi 16-bittinen rakenne hyödyntäen samalla prosessorin sisäistä tehokkuutta. Myös muistin maksimimäärä on pienempi eli 16 megatavua, joka on sama määrä kuin 80286 prosessorillakin. Useimmissa tapauksissa 16 megatavun maksimimuistimäärä ei ole ongelma vielä nykyisillä ohjelmistoilla. Vasta esimerkiksi suurien kuvien käsittely vaatii enemmän muistia, mutta silloin onkin syytä hankkia tehokkaampi prosessori kuin 386SX.

80386SX:n avulla saadaan rakennettua 80386-yhteensopiva mikro AT-mikron hinnalla. Itse prosessori ei ole paljoakaan 80286:tta kalliimpi. 80386SX:n ominaisuudet ovat aivan toista luokkaa kuin 80286:lla, josta johtuen 286-mikrot ovat jääneetkin pois markkinoilta.

80386 on selvästi nopeampi kuin 80286. Saman käskysarjan suorittaminen kuluttaa vähemmän aikaa (eli pienemmän määrän kellojaksoja) kuin 8086/88- ja 80286-prosessorit. 80386SX on hiukan hitaampi kuin 80386, johtuen puolet kapeammasta tietoväylästä. Kaikki tietoliikenne prosessoriin ja siitä ulos on hitaampaa. Prosessorin sisällä tapahtuvat toimenpiteet ovat yhtä nopeita kuin 80386:llakin.

80386SL

80386SL julkistettiin lokakuussa 1990 ja se on pääperiaatteiltaan vastaavanlainen kuin 386SX. Molemmat ovat 386-yhteensopivia. Sisäinen väylän leveys on 32 bittiä ja ulkoinen 16 bittiä. Maksimimuistimäärä molemmilla prosessoreilla on 16 Mt.

386SL:n eroina ja etuina 386SX:ään verrattuna ovat sisäänrakennettu välimuisti, muistin ohjaus ja väyläohjaus. Sisäinen välimuisti nopeuttaa selkeästi mikroa verrattuna ilman välimuistia toimivaan 386SX:ään. Muut lisätyt sisäiset ominaisuudet vähentävät oheispiirien tarvetta, koska ne ovat jo itse prosessorissa. Samalla kun komponenttien määrä vähenee, vähenee myös virran kulutus.

386SL:ään on lisätty SMM (*System Management Mode*), joka mahdollistaa eri virransäästötilojen käytön. 386SL:n erikoisin ominaisuus on automaattinen virrankatkaisu muistille, levyasemille, modeemille, näytölle ja liitännöille kun niitä ei ole käytetty tiettyyn aikaan. Prosessori itse voi myös säästää virtaa pudottamalla kellotaajuutensa nollaan megahertsiin.

Kun prosessoria taas käytetään se palauttaa kellotaajuutensa normaaliksi ja muistaa rekistereidensä sisällöt. Toiminto jatkuu juuri siitä tilasta, mihin se jäi prosessorin siirtyessä lepotilaan. Aivan itse 386SL ei hoida virrankatkaisuja eli sitä ei voi asentaa tavallisen 386SX:n paikalle. Virrankatkaisut hoitaa BIOS, joka on suunniteltu nimenomaan 386SL:lle.

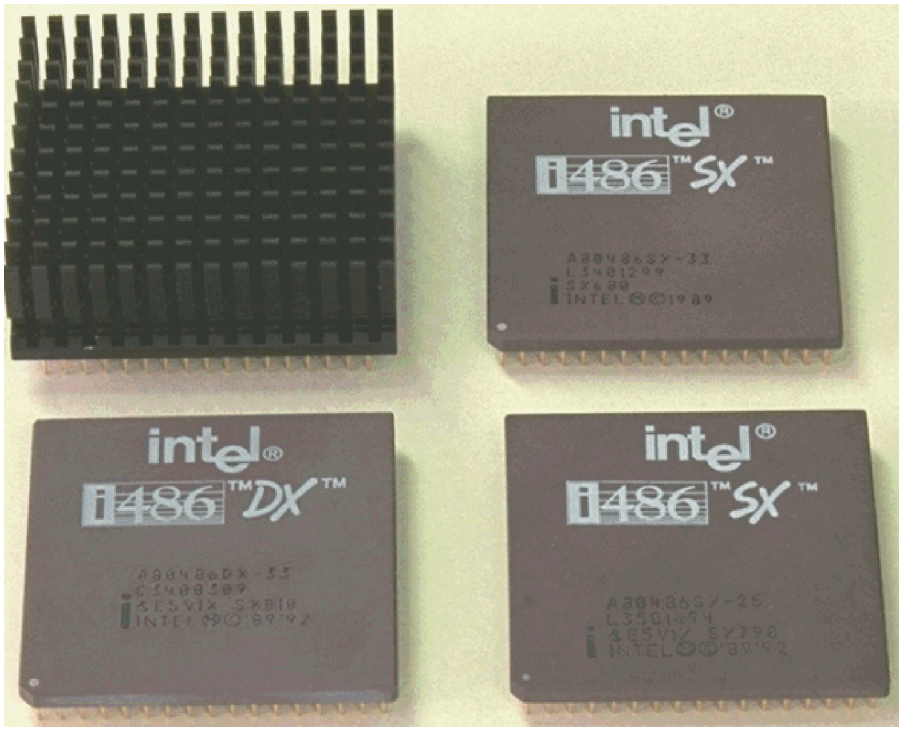
386SL on suunnattu akkukäyttöisiin kannettaviin mikrotietokoneisiin, joissa on tärkeää piirien vähyys ja virran säästö. Prosessorin sisäinen käyttöjännite on sisäisesti 3,3 volttia ja ulkoisesti 5 volttia.

Ensimmäiset 386SL:t toimivat 20 MHz taajuudella, mutta kaikki uudemmat ovat vähintään 25 MHz kellotaajuudella toimivia.

80486DX

80486DX-prosessori on ensimmäinen Intelin prosessori, jossa on sisäänrakennettuna matematiikkaprosessori, välimuisti ja sen ohjauspiiri. Integroitu matematiikkaprosessori on vastaava kuin 80387. Se vaatii toimiakseen matematiikkaprosessorituen sovellusohjelmasta, kuten 80386:n yhteydessäkin. 80486DX-prosessori julkistettiin huhtikuussa 1989.

80486DX on täysin 32-bittinen ja sen maksimi muistimäärä on 4096 Mt. Käytettävät kellotaajuudet ovat 25, 33 ja 50 MHz. 80486DX-prosessoria kutsutaan myös pelkillä 80486- ja 486-nimillä.



Kuva: Kuvassa on neljä 486-prosessoria, joista yksi on päällystetty jäähdytysritilällä.

Prosessorin sisään rakennettu matematiikkaprosessori on nopeampi kuin esimerkiksi 80386:n erillinen ratkaisu. Sisäänrakennettuna toiminnot on saatu optimoitua paremmin pääprosessorin yhteydessä toimivaksi ja tietolinjat ovat selkeästi lyhyemmät. 80486:n sisäänrakennettu 8 kilotavun välimuisti nopeuttaa entisestäänkin prosessorin sisäistä tietoliikennettä.

Monissa 80486-prosessoreissa käytetään lisäksi ulkoista välimuistia. Niiden koot vaihtelevat 64 kilotavusta 512 kilotavuun. Hyvin suuri välimuisti ei nopeuta enää merkittävästi. Esimerkkikoneessa välimuistin koon nosto 256 kilotavusta 512 kilotavuun nostaa tehokkuutta pari prosenttia eikä investointihinta siten vastaa tehokkuuden lisäystä. Yleisesti ottaen 64 - 512 kt välimuistit ovat merkittäviä nopeuden nostajia verrattuna ilman välimuistia toimivaan mikroon.

80486 eroaa 80386:sta sisäänrakennetun välimuistin ja matematiikkaprosessorin lisäksi kuudella uudella käskyllä. Ne tukevat muun muassa välimuistin käyttöä. Uusista käskyistä ja rakenteesta huolimatta 80486 on täysin yhteensopiva 8086- ja 80386-prosessoreiden kanssa.

80486SX

80486:sta on suunniteltu SX-malli kuten 80386:stakin. 486SX:ssä ei ole pienennetty ulkoisen tietoväylän kokoa, vaan matematiikkaprosessori on poistettu käytöstä. Lisäksi 486SX:ää käytetään pienemmällä kellotaajuudella kuin aitoa. Ensimmäisten 486SX-mikrojen kellotaajuutena oli vain 20 MHz, mutta uudemmat mikrot toimivat myös 25 tai 33 megahertsin kellotaajuuksilla. 486SX on julkistettu syyskuussa 1991.

Emolevyllä on paikka myös 487-prosessorille, johon itse asiassa sijoitetaan aito 80486. Emolevy ottaa tällöin sen käyttöön ja aikaisempi 486-prosessori jää ylimääräiseksi emolevylle.

80486SX on hinnoiteltu tarkoituksellisesti edulliseksi. Silloin nopean koneen saa aika edullisesti, mutta matematiikkaprosessoria tarvitsevan ei kannata harkita tätä ratkaisua, koska silloin joudutaan ostamaan vielä lisäksi aito 486-prosessori.

486SX-prosessorinen mikro voidaan päivittää myös nopeammaksi OverDrive-prosessoreilla. Se voidaan asentaa joko matematiikkaprosessorin tai pääprosessorin kantaan, jos emolevyn valmistaja niin lupaa. Pelkällä prosessorin hankinnalla voidaan päivittää mikro uuteen nopeusluokkaan. Jos esimerkiksi 25 MHz 486SX vaihdetaan OverDrive 486DX2-50:een,

kasvaa prosessoriteho kaksinkertaiseksi. Lisäksi 486DX2 sisältää matematiikkaprosessorin.

80486SX2

80486SX2 prosessori on muuten vastaava kuin tavallinen 486SX, mutta sisäinen kellotaajuus on kaksi kertaa niin suuri kuin ulkoinen. Käytettävät kellotaajuudet ovat tällä hetkellä 25/50 MHz ja 33/66 MHz. 25 MHz on emolevyn kellotaajuus ja 50 MHz on prosessorin sisäinen kellotaajuus.

Luvussa 80486DX2 on tarkemmat ominaisuudet 486SX2-prosessorista. Huomaa, että 486DX2-prosessori on muuten samanlainen, mutta siinä on integroitu matematiikkaprosessori, joka 486SX2:sta puuttuu.

80486SL

80486SL julkistettiin marraskuussa 1992 ja se on suunniteltu erityisesti kannettavia tietokoneita varten. 80486SL perustuu 80486DX:n perustekniikkaan sisältäen samat ominaisuudet lisättynä virtaa säästävin ominaisuuksin. SL:ään on lisätty SMM (*System Management Mode*), joka mahdollistaa eri virransäästötilojen käytön. Lisäksi prosessorissa on sisäinen muistinhallinta ja ISA-väylän hallinta.

486SL käyttää sisäisesti 3,3 voltin jännitettä. Ulkoisesti prosessori voi käyttää joko 3,3 tai 5 voltin jännitettä. Tällä hetkellä esimerkiksi muisti ja väylä käyttävät 5 voltin jännitettä. Kun väylälle suunnitellaan uusi standardi käyttämään 3,3 voltin jännitettä, saadaan tehonkulutus pienenemään vieläkin. Virran kulutuksella on merkitystä akkukäyttöisissä kannettavissa mikroissa. Mitä pienempiin virrankulutuksiin päästään, sitä kauemmin akut kestävät yhtäjaksoista käyttöä.

486SL toimii 82360SL I/O -piirin kanssa, joka huolehtii virran hallinnan, ajoitukset, kellon, keskeytykset, DMA:n, sarja- ja rinnakkaisliitäntöjen ohjauksen. Tärkeimmät toimenpiteet hoituvat yhdellä oheispiirillä, jolloin toiminta on nopeampaa ja ennen kaikkea säästyy emolevyllä tilaa.

Verrattaessa 486SL:ää toiseen virtaasäästävään 386SL-prosessoriin, on 486SL etulyöntiasemassa. 486SL kuluttaa vähemmän virtaa ja se on myös kaksi kertaa tehokkaampi. Ainoastaan hinta oli korkeampi, joka alkuun rajoitti prosessorin yleistymistä.

80486DX2

80486DX2 prosessorit ovat muuten vastaavia kuin tavalliset 486DX:t, mutta DX2:n sisäinen kellotaajuus on kaksi kertaa niin suuri kuin ulkoinen. Esimerkiksi 80486DX2-50-prosessorin sisäinen kellotaajuus on 50 MHz ja ulkoinen 25 MHz. 486DX2 julkistettiin maaliskuussa 1992.

Verrattuna 80486DX-50:een, jonka ulkoinen ja sisäinen kellotaajuus on 50 MHz, on DX2-prosessori käytännössä vain aavistuksen hitaampi. Syy nopeuseron pienuuteen löytyy ISA-väylän kellotaajuudesta, joka on vain 8 MHz. Kun väylällä liikkuva tieto putoaa joka tapauksessa 8 MHz kellotaajuudelle ei ulkoisen kellotaajuuden pudottamisella ole suurta merkitystä. Tiedonsiirto hidastuu merkittävästi, kun siirto tapahtuu esimerkiksi näytönohjaimelle. Prosessorin sisällä tapahtuva tietoliikenteen nopeus on ratkaisevin ja se on yhtä nopea molemmilla prosessoreilla.

DX2:n suurimpana etuna on se, että voidaan rakentaa mikro, jonka valmistuskustannukset ovat vastaavat kuin puolta pienemmällä kellotaajuudella toimivan mikron. Pienen ulkoisen kellotaajuuden ansiosta emolevyn koko rakenne ja muisti voidaan toteuttaa edullisemmilla, hitaammilla osilla. Kuitenkin mikron nopeus on noin kaksi kertaa niin suuri kuin mitä ulkoinen nopeus antaa odottaa. Lopputuloksena on mikro, joka on kaksi kertaa tehokkaampi kuin mitä ulkoinen kellotaajuus osoittaa.

486DX2 voidaan asentaa jälkikäteen lähes kaikkiin 486-mikroihin ja silloin prosessoria kutsutaan OverDrive-nimellä. Uusi DX2 on valittava siten, että sen ulkoinen kellotaajuus vastaa mikron emolevyn kellotaajuutta eli 486DX2-50 voidaan asentaa 486DX/SX-25:n paikalle. Tällöin saavutetaan pelkällä prosessorin vaihdolla kaksi kertaa nopeampi mikro. Haittana vaihdosta on vanhan 486-prosessorin jääminen ylimääräiseksi.

DX4

Intelin DX4-prosessori julkistettiin maaliskuussa 1994. Sen avulla prosessorin sisäinen kellotaajuus kolminkertaistuu. Esimerkiksi 33 MHz emolevyllä DX4:n sisäinen kellotaajuus on 99 MHz. 33/99MHz kellotaajuudella DX4-prosessori sijoittuu nopeudeltaan 66 MHz 486DX2:n ja 66 MHz Pentiumin väliin.

DX4-prosessoria valmistetaan 25/75 ja 33/99 kellotaajuuksilla. Ensimmäinen luku on emolevyn kellotaajuus ja toinen on DX4:n sisäinen kellotaajuus.

DX4-prosessorissa on 16 kilotavun sisäinen Write-Through-tekniikalla toimiva välimuisti. Prosessori käyttää 3,3 voltin jännitettä, mutta se voi käyttää myös välisovittimen avulla 5 voltin jännitettä.

DX4:ssä on prosessoriin integroitu matematiikkaprosessori kuten 486DX-prosessorissakin. Lisäksi DX4:ssä on PowerSave-virransäästöominaisuudet, kuten 386SL- ja 486SL-prosessoreissa.

Pentium

Pentium, eli Intelin "80586"-mallina odotettu prosessori, on noin kaksi kertaa nopeampi kuin vastaavalla kellotaajuudella toimiva 80486. Pentium julkistettiin maaliskuussa 1993.

Kellotaajuus

Ensimmäiset Pentiumit (koodinimi P5) toimivat 60 ja 66 megahertsin kellotaajuudella ja sitä nopeammat Pentiumit toimivat 75, 90, 100, 120 ja 133 megahertsin kellotaajuuksilla. 75 - 133 MHz Pentiumeissa sisäinen kellotaajuus on 1,5 - 2 kertaa suurempi kuin ulkoinen.

150 ja 166 MHz Pentiumeissa sisäinen kellotaajuus on 2,5 kertaa suurempi kuin ulkoinen.

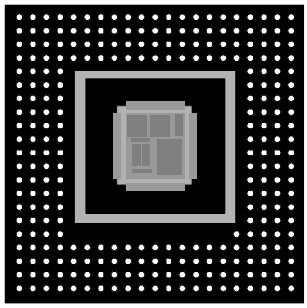
200 MHz Pentium on sarjan uusin ja se toimii sisäisesti kolminkertaisella kellotaajuudella. Ulkoinen kellotaajuus on siten 66 MHz.

Pentium				
	Sisäinen kellotaajuus	**Ulkoinen kellotaajuus**	**PCI-väylän kellotaajuus**	**Kellotaajuuden kerroin**
Pentium 60	60	60	30	1
Pentium 66	66	66	33	1
Pentium 75	75	50	25	1,5
Pentium 90	90	60	30	1,5
Pentium 100	100	66	33	1,5
Pentium 120	120	60	30	2
Pentium 133	133	66	33	2
Pentium 150	150	60	30	2,5
Pentium 166	166	66	33	2,5
Pentium 200	200	66	33	3

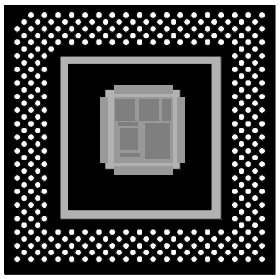
Rakenne

Pentiumin sisäisen tietoväylän leveys on 64 bittiä. Suuren väyläleveyden avulla saadaan kasvatettua välimuistin ja päämuistin tiedonsiirtotehokkuutta. 64-bittinen tietoväylä on huomioitava emolevyn suunnittelussa, vaikka Pentium ei olekaan täysin 64-bittinen prosessori. Pentiumin rekisterimuisti on edelleen 32-bittinen, joten prosessori on oikeasti 32-bittinen.

60 ja 66 MHz Pentiumit ovat erilaisella kannalla kuin uudemmat 3,3 voltin jännitteellä toimivat Pentiumit. 60 ja 66 MHz Pentiumissa kannan piikit ovat suorissa riveissä kuten aikaisemmissakin Intelin prosessoreissa. Uudemmissa Pentiumeissa piikit menevät lomittain.



Pentium 60 - 66 MHz



Pentium 75 - 200 MHz

Kuva: Pentium-prosessorit alhaaltapäin kuvattuna.

Pentiumeissa käytetään BiCMOS-tekniikkaa, jossa on sekä bipolaarisia että CMOS-transistoreja. Bipolaariset transistorit ovat nopeampia, mutta kuluttavat enemmän virtaa ja käyvät kuumempina.

Välimuisti

Sisäinen välimuisti on 16 kilotavua, joka on jaettu kahteen 8 kilotavun osaan. Toinen välimuistin osa on tarkoitettu ohjelmakäskyille ja toinen ohjelmatiedoille. Koska molempia tietoja haetaan yleensä eri aikoina, on erilliset välimuistit tehokas tapa nostaa suorituskykyä.

Välimuisti toimii Write-Back-menetelmällä, joka on tehokkaampi kuin Write-Through.

Jännite

60 ja 66 MHz Pentiumit toimivat 5 voltin jännitteellä ja suuremman kellotaajuuden Pentiumit toimivat 3,3 voltin jännitteellä.

66 megahertsin taajuudella ja viiden voltin jännitteellä toimivan Pentiumin tehon kulutus on maksimissaan peräti 15 wattia, mikä on kaksi kertaa enemmän kuin nopealla 486-prosessorilla. Tyypillinen käyttöteho on kuitenkin alle puolet tästä.

Suuren lämmönkehityksen johdosta Pentium on aina varustettava jäähdytyslevyllä tai tuulettimella. Uudemmat Pentiumit toimivat pienemmällä jännitteellä, joten lämmöntuottokin on pienempi. Vastapainona näiden prosessorien suurempi kellotaajuus taas kohottaa lämmöntuottoa.

75 MHz ja uudemmissa Pentiumeissa on virransäästötekniikka *(SL-Enhanced)*, jonka avulla virtaa säästetään erilaisilla lepotiloilla. Näissä Pentiumeissa on myös moniprosessorivalmius eli emolevylle voidaan sijoittaa useita Pentiumeja, jotka toimivat rinnakkain. Tällä saavutetaan tietyissä tehtävissä suuri nopeusetu, mutta tavallisessa työskentelyssä ei eroa ole juuri havaitavissa. Käytettävän käyttöjärjestelmän on tuettava moniprosessoriajoa.

Toiminta

Ensimmäistä kertaa Intelin prosessorissa on rinnakkaisprosessointi, josta Intel käyttää nimitystä Superscalar. Pentiumissa on rinnakkain kaksi prosessoriyksikköä, jolloin kaksi tehtävää voidaan ajaa yhtaikaa. Seurauksena on lähes kaksi kertaa nopeampi tietojenkäsittely yksiprosessoriseen malliin verrattuna.

Rinnakkaisuus katoaa kuitenkin esimerkiksi hyppykäskyn aikana, jolloin suoritetaan vain yksi käsky kellojakson aikana. Kaikkia tehtäviä ei siis voida ajaa rinnakkaisena, joten kaksoisprosessorin täyttä hyötyä ei saada irti.

Mobile Pentium

Mobile Pentium -prosessorit on suunniteltu kannettaviin mikroihin. Niissä on seuraavat ominaisuudet, jotka puuttuvat tavallisesta Pentium-prosessorista:

- Prosessorin sisäisen toiminnan jännite on laskettu 2,9 tai 3,1 volttiin, kun ulkoinen jännite on 3,3 volttia.
- TCP-kotelointi vähentää tilan tarvetta.
- Prosessorin sisäisestä välimuistista ja matematiikkaprosessorista katkaistaan virta, kun niitä ei käytetä.

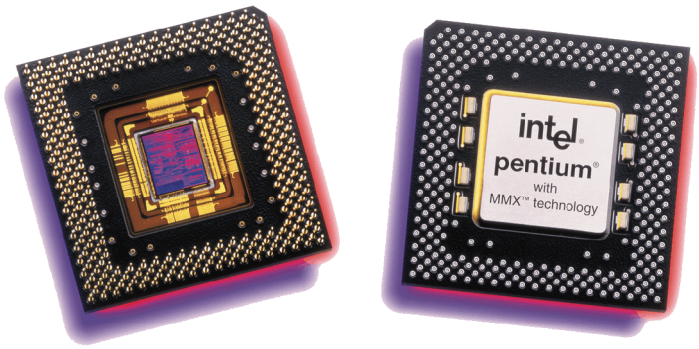
- SL-tekniikan avulla hoidetaan virransäästömenetelmät.

Näiden ominaisuuksien avulla virran kulutus ja tilan tarve on minimoitu. Täten kannettavan mikron akku kestää pidempään, eikä prosessori myöskään kehitä niin paljoa lämpöä kuin tavallinen prosessori.

Mobile Pentium -prosessori on myös saatavilla MMX-toiminnoilla varustettuna. Näiden kellotaajuudet ovat 150 ja 166 MHz.

Pentium with MMX

Tämä Pentium sisältää MMX-laajennuksen, joka nopeuttaa multimediamikron käyttöä. Jotta MMX-toimintoja voidaan hyödyntää, on sovellusohjelman käytettävä MMX-koodia. Vanhat ohjelmat toimivat täysin, mutta eivät nopeudu tätä prosessoria käytettäessä.



Kuva: Pentium with MMX -prosessori.

Pentium with MMX on pinniyhteensopiva aikaisemman Pentiumin kanssa, mutta prosessorikantana käy vain kanta numero 7.

MMX-versioiden kellotaajuudet ovat 166, 200 tai 233 MHz. Prosessori tarvitsee käyttöjännitteeksi 3,3 sekä 2,8 volttia.

Mobile Pentium with MMX -prosessoreissa kellotaajuudet ovat 150 tai 166 MHz ja käyttöjännitteenä ovat 3,3 ja 2,45 volttia.

Valmistustekniikkana on CMOS, joka mahdollistaa pienemmät käyttöjännitteet.

Pentiumin 16 kilotavun välimuistin sijaan MMX-versio käyttää 32 kilotavun välimuistia, joka on myöskin jaettu kahteen osaan: tiedolle ja käskyille.

Katso lisää MMX-tekniikasta luvusta Prosessorit/MMX.

Pentium Pro

Intelin kuudennen sukupolven prosessori, koodinimellä P6, on viralliselta nimeltään Pentium Pro. Prosessori julkistettiin marraskuun ensimmäisenä päivänä vuonna 1995.

Kellotaajuus

Ensimmäiset prosessoriversiot toimivat 150, 166, 180 ja 200 megahertsin kellotaajuuksilla. Ulkoinen kellotaajuus on prosessoriversiosta riippuen 60 - 66 megahertsiä eli selvästi sisäistä pienempi. Vastaavaa menetelmää käytetään myös Pentium-prosessoreissa.

Seuraavassa taulukossa on Pentium Pron tyypilliset kellotaajuudet. Huomaa, että ISA-väylän kellotaajuudet vaihtelevat emolevystä ja asetuksista riippuen.

Pentium Pron kellotaajuudet

Sisäinen kellotaajuus	Ulkoinen kellotaajuus	PCI-väylän kellotaajuus	ISA-väylän kellotaajuus	Kellotaajuuden kerroin
200	66	33	8,33	3
180	60	30	7,5	3
166	66	33	8,33	2,5
150	60	30	7,5	2,5

Rakenne

Pentium Pro on sisäisesti 300-bittinen ja ulkoisesti 64-bittinen. Prosessori on toiminnoiltaan 32-bittinen, mutta leveämmän väylän avulla toiminnot ovat nopeampia. Keskusmuistia voi olla jopa 64 gigatavua.

Pentium Pro:ssa on 5,5 miljoonaa transistoria eli yli puolitoistakertainen määrä tavallisen Pentiumin 3,2 miljoonaan transistoriin verrattuna. Lisänä on sisäisen välimuistin sisältämät transistorit, joita on 256 kilotavun versiossa 15,5 miljoonaa ja 512 kilotavun versiossa 31 miljoonaa.

Pentium Prot valmistetaan 0,35 mikronin viivaleveydellä. Kotelotyyppinä on Dual Cavity PGA, jossa on 387 kappaletta kosketusjalkoja.

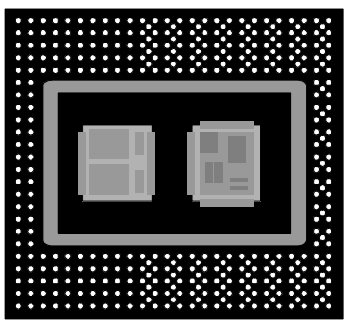
Välimuisti

Ensimmäisen tason (L1) välimuisti on 16 kilotavua Pentiumin tapaan. Välimuisti on siis jaettu kahteen 8 kilotavun lohkoon, joista toinen on tiedolle ja toinen käskyille.

Toisen tason (L2) välimuisti on myös prosessorin sisälle rakennettuna ja se on huomattavasti suurempi. Se voi olla 256 tai 512 kilotavua. 180 MHz prosessoreissa on 256 sekä 166 MHz prosessorissa on 512 kilotavun sisäinen välimuisti. 200 MHz mallista valmistetaan sekä 256 että 512 kilotavun välimuistilla olevia versioita.

Kolmannen tason (L3) välimuisti voidaan rakentaa emolevylle.

Seuraavassa kuvassa näkyy Pentium Pron erillinen välimuistiyksikkö sekä itse Pentium Pro -piiri.



Kuva: Pentium Pro kuvattuna alapuolelta, prosessoripiirin suojus irrotettuna.

Jännite

Pentium Pro käyttää eri jännitevoimakkuuksia prosessorin eri osille. Tarvittavat jännitteet luodaan neljän kosketuspinnin avulla, joita kutsutaan VID-pinneiksi *(Voltage Identification Definition)*. Pinnit eivät itse lähetä signaaleja, vaan ne ovat joko suljettuja tai auki. Jokaisessa prosessorimallissa VID-pinnit on kytketty kyseiselle prosessorille sopiviksi.

VRM (jännitteen muunnin) muuntaa emolevyn korkeamman jännitteen pinnien avulla esitettävien tietojen avulla halutuiksi arvoiksi. VRM kuuluu aina kanta 8:aan, jota käytetään Pentium Pron kiinnittämiseen emolevylle.

Seuraavassa taulukossa on Pentium Pron VID-pinnien vaihtoehtojen asetukset.

Pentium Pron jännitteentunnistus

VID [3:0]	Jännite (V)	VID [3:0]	Jännite (V)
0000	3,5	1000	2,7
0001	3,4	1001	2,6
0010	3,3	1010	2,5
0011	3,2	1011	2,4
0100	3,1	1100	2,3
0101	3,0	1101	2,2
0110	2,9	1110	2,1
0111	2,8	1111	Ei prosessoria

Toiminta

Pentium Pro:ssa on superskalaariarkkitehtuuri. Se sisältää kolme pipeline-väylää, joissa jokaisessa voi olla yksi käskyjono. Se kykenee siis suorittamaan kolme käskyä yhden kellojakson aikana ja optimoimaan käskyjen suoritusjärjestyksen. Tavallinen Pentium kykenee suorittamaan kaksi käskyä saman kellojakson aikana.

Pipeline-väylässä voi olla useita 32-bittisiä käskyjä odottamassa vuoroaan. Kun edellinen käsky on suoritettu, voidaan suorittaa seuraava käsky välittömästi. On huomattava, että 16-bittisiä käskyjä ei voi jonottaa, eikä niitä voi olla yhtä aikaa 32-bittisten käskyjen kanssa. Tämän seikan takia Pentium Pro on hitaahko 16-bittisten sovellusten kanssa.

Nopean Pentium-mikron vaihtaminen Pentium Pro -mikroksi ei siis aina tuo lisää nopeutta, sillä Pentium Pro:n arkkitehtuuri on optimoitu 32-bittisille ohjelmille ja käyttöjärjestelmille. 16-bittiset ohjelmat toimivat ensimmäisissä Pentium Pro -mikroissa jopa hitaammin kuin kellotaajuudeltaan nopeammissa Pentium-mikroissa.

Sen sijaan 32-bittistä ohjelmakoodia Pentium Pro suorittaa 40 - 60 prosenttia nopeammin kuin vastaava tavallinen Pentium. Eniten Pentium Pro:sta hyötyvätkin täysin 32-bittiset käyttöjärjestelmät kuten Windows NT ja Unix. Windows 95 nopeutuu myös, mutta nopeutus ei ole samaa luokkaa, sillä Windows 95 sisältää myös 16-bittistä koodia.

Pentium Pro:n takeltelu 16-bittisiä ohjelmia suoritettaessa on markkinoiden kannalta merkillepantavaa, sillä valtaosa nykyisistä ohjelmista on vielä 16-bittisiä. Vanhan mikron päivittäminen Pentium Pro -mikroksi voi edellyttää emolevyn vaihdon lisäksi myös kotelon vaihtoa, sillä Intelin Pentium Pro -emolevyt poikkeavat mittasuhteiltaan nykyisistä emolevyistä, joille olemassa olevat kotelot on mitoitettu. Muista, että vasta siirtyminen 32-bittisiin sovelluksiin tuo Pentium Pro:n kyvyt esille. 32-bittinen käyttöjärjestelmä, kuten Windows NT, puristaa Pentium Pron tehot parhaiten esille.

Liukulukulaskentaa on myös tehostettu ja Pentium Pro tukee moniprosessoriarkkitehtuuria ilman ulkoista ohjauslogiikkaa. Enimmillään neljä Pentium Pro:ta voidaan asentaa samalle emolevylle melko yksinkertaisesti - tämä siis teoriassa. Käytännössä moniprosessorointi edellyttää paitsi erikoisrakenteista emolevyä, myös tehokasta jäähdytystä, sillä neljä Pentium Pro -prosessoria kehittää melkoisesti lämpöä. 200 MHz taajuudella tehonkulutus on suurimmillaan 35 wattia yhtä prosessoria kohden. Moniprosessoroinnin hyödyntäminen edellyttää myös sitä tukevaa käyttöjärjestelmää eli esimerkiksi Windows NT:tä.

Pentium Pro:n käskykanta sisältää merkittävimpänä uutuutena CMOVE-käskyn, joka on ehdollinen siirtokäsky. On epävarmaa, hyödyntävätkö ohjelmoijat lisäkäskyjä, sillä niitä käyttävät ohjelmat eivät toimi tavallisessa Pentiumissa ja 486-mikroissa.

Pentium II

Pentium II (kutsumanimeltään Klamath) on Pentium Prosta kehitetty malli, johon on lisätty muun muassa MMX-käskyt. Pentium II toimii nopeasti sekä 16- että 32-bittisillä ohjelmilla.

Kuva: Pentium II.

Rakenteensa ja suuren kellotaajuuden ansiosta Pentium II on nopeampi kuin Pentium tai Pentium Pro.

Kellotaajuus

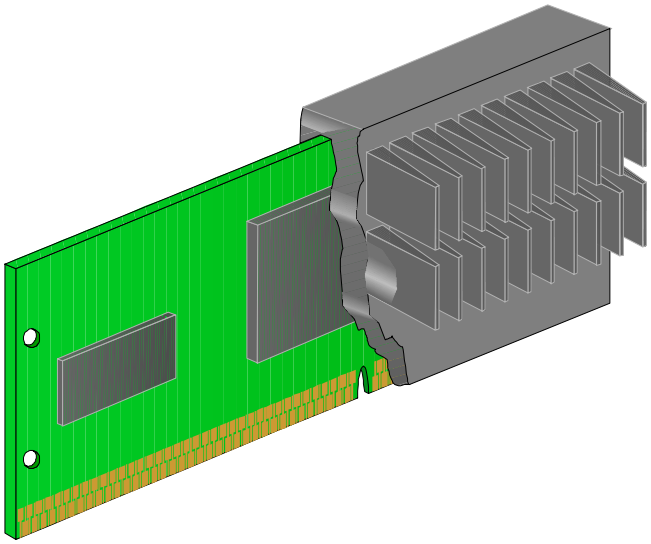
Kellotaajuus on ensimmäisillä versioilla on 233, 266 ja 300 MHz. Ulkoinen kellotaajuus on prosessoriversiosta riippuen 60 - 66 megahertsiä eli selvästi sisäistä pienempi.

Seuraavassa taulukossa on Pentium II:n tyypilliset kellotaajuudet. Huomaa, että ISA-väylän kellotaajuudet vaihtelevat emolevystä ja asetuksista riippuen.

Pentium II:n kellotaajuudet				
Sisäinen kellotaajuus	**Ulkoinen kellotaajuus**	**PCI-väylän kellotaajuus**	**ISA-väylän kellotaajuus**	**Kellotaajuu-den kerroin**
300	60	30	7,5	5
266	66	33	8,25	4
233	66	33	8,25	3,5

Rakenne

Pentium II:ssa on uusi kotelointiratkaisu nimeltä S.E.C. *(Single Edge Contact)*. Tämän koteloinnin ansiosta uudempien kehittyneempien prosessorimallien rakentaminen eri nopeuksilla ja L2-välimuistien koolla on helpompaa. S.E.C.-kotelon asento on pystysuunnassa ja se käy vain Slot 1 -kantaan. Kotelossa on suuret jäähdytysrivat tai tuuletin, johon on johdettava emolevyltä virta. Kotelo muistuttaa pientä lisäkorttia, jonka kosketuskannat ovat pienempiä ja tiheämmässä.



Kuva: Pentium II -prosessori, josta on osa koteloa ja jäähdytysritilää poistettu.

Kotelon leveys on noin 14 cm ja korkeus yli 6 cm, joten kotelo on varsin kookas.

Täydellä teholla toimiessaan Pentium II kuluttaa kellotaajuudesta riippuen 34 - 43 wattia. Lämpöä syntyy siis varsin runsaasti. Hyvien jäähdytysrakenteiden ansiosta maksimilämpötila jää alle 75 asteeseen.

Välimuisti

Prosessorin sisäinen L1-välimuisti on 32 kilotavua eli kaksi kertaa enemmän kuin Pentium Prossa. L1-välimuisti toimii samalla kellotaajuudella prosessorin kellotaajuuden kanssa.

Prosessorissa itsessään ei ole sisäistä L2-välimuistia, mutta välimuisti sijaitsee prosessorin kanssa samassa kotelossa. Välimuistille on oma nopea tiedonsiirtokanavansa. Tämä kanava toimii puolet pienemmällä taajuudella kuin prosessorin kellotaajuus. Seuraavassa listassa on prosessorin ja L2-välimuistin kellotaajuudet.

Pentium II:n L2-välimuistin kellotaajuudet

Prosessorin kellotaajuus	L2-välimuistin kellotaajuus
300	150
266	133
233	117

L2-välimuistin koko ensimmäisissä versioissa on 512 kilotavua.

S.E.C.-kotelorakenteen avulla on helppoa ja edullista toteuttaa erilaisia L2-tason välimuistiratkaisuja verrattuna prosessorin sisäiseen ratkaisuun. Lisäksi välimuistin toiminta on hyvin nopeaa verrattaessa emolevyllä olevaan välimuistiratkaisuun.

Uudemmissa Pentium II -prosessoreissa käytetään ECC-virheenkorjausmenetelmää L2-tason välimuistille. Tämä parantaa prosessorin luotettavuutta.

Jännite

Pentium II:n käyttämä jännitetarve tunnistetaan viiden kosketuspinnin avulla, joita kutsutaan VID-pinneiksi *(Voltage Identification Definition)*. VRM (jännitteen muunnin) muuntaa emolevyn korkeamman jännitteen pinnien avulla esitettävien tietojen avulla prosessorille sopivaksi. Pinnit eivät itse lähetä signaaleja, vaan ne ovat joko suljettuja tai auki. Näiden eri yhdistelmien avulla voidaan esittää haluttu käyttöjännite.

Seuraavassa taulukossa on Pentium II:n VID-pinnien vaihtoehtojen asetukset.

Pentium II:n jännitteentunnistus

VID [4:0]	Jännite (V)	VID [4:0]	Jännite (V)
01111	Varattu	11111	Ei käytössä
01110	Varattu	11110	2,1
01101	Varattu	11101	2,2
01100	Varattu	11100	2,3
01011	Varattu	11011	2,4
01010	Varattu	11010	2,5
01001	Varattu	11001	2,6
01000	Varattu	11000	2,7
00111	Varattu	10111	2,8
00110	Varattu	10110	2,9
00101	1,8	10101	3,0
00100	1,85	10100	3,1
00011	1,9	10011	3,2
00010	1,95	10010	3,3
00001	2,0	10001	3,4
00000	2,05	10000	3,5

Pentium II käyttää useita eri jännitteitä prosessorin eri osille. Jännitteiden voimakkuus riippuu prosessorin rakenteesta, kuten esimerkiksi kellotaajuudesta ja välimuistin koosta. Itse pääprosessori käyttää 2,8 voltin jännitettä, kun I/O-linjat käyttävät korkeampia jännitteitä.

Toiminta

Pentium II toimii erittäin nopeasti 32-bittisillä sovelluksilla ja melko nopeasti 16-bittisillä sovelluksilla. On muistettava, että 'edeltäjä' Pentium Pro on varsin hidas 16-bittisillä sovelluksilla. Pentium II on ikäänkuin väliprosessori siirryttäessä kohti täysin 32-bittistä ympäristöä.

Emolevyllä voi olla maksimissaan kaksi Pentium II -prosessoria. Tällöin on myös käytettävä sopivaa käyttöjärjestelmää, esimerkiksi Windows NT:tä.

OverDrive

OverDrive-prosessori on tarkoitettu korvaamaan vanha prosessori nopeammalla antaen lisätehoa mikroon. OverDrive-prosessoreita löytyy niin 486- kuin Pentium-mikronkin nopeuttamiseen.

Huomaa, että OverDrive-prosessori toimii ulkoisesti emolevyn kellotaajuudella ja sisäisesti suuremmalla taajuudella (esimerkiksi kaksinkertainen kellotaajuus). Mitä suuremmalla kellotaajuudella OverDrive-prosessori toimii, sitä kalliimpi se on.

486-mikrojen OverDrive-vaihtoehdot

486SX- ja DX-mikrojen sopivien OverDrive-prosessorien päävaihtoehdot ovat seuraavat:

- 486DX2
- DX4
- Pentium

Näistä löytyy erinopeuksisia vaihtoehtoja, joista kerrotaan seuraavana.

486DX2 OverDrive -prosessorit ovat jo hieman vanhentuneita. Ne ovat toimintaperiaatteeltaan vastaavia kuin DX2-mallit. Suurimpana erona on se, että DX2-mallit myydään mikrojen valmistajille, jolloin ne ovat aina valmiina emolevyllä. OverDrive-prosessorit ovat tarkoitettu loppukäyttäjille mikrojen tehostamista varten.

486DX2 OverDrive tuplaa prosessorin sisäisen kellotaajuuden. Sovellusten käytössä nopeuden huomaa noin 20% nopeuskasvuna.

486DX2 OverDrive -prosessorit sopivat 169-jalkaiseen OverDrive-kantaan (CPU-kanta on 168-jalkainen). OverDrive-paikkaa kutsutaan myös 486SX-mikroissa matematiikkaprosessoripaikaksi ja prosessorin päivityspaikaksi. Kun OverDrive on kiinnitetty, lakkaa varsinainen prosessori toimimasta automaattisesti.

DX4 OverDrive on jo huomattavasti nopeampi ratkaisu kuin 486DX2-OverDrive. Se kolminkertaistaa prosessorin sisäisen kellotaajuuden.

DX4-OverDrive on sisäisesti 3,3 volttinen ja ulkoisesti 5-volttinen. Siten se voidaan asentaa vanhempiin 5 voltin emolevyihin. Huomaa, että aito DX4 on ulkoisesti 3,3 voltin jännitteellä toimiva. Välimuistin koko on 16 kt ja se on siten kaksinkertainen 486-prosessoriin verrattuna.

Pentium OverDrive on tarkoitettu 486-mikrojen huomattavampaan nopeuttamiseen Pentium-prosessorilla. Pentium OverDrivea on olemassa kahdella eri nopeudella: 63 MHz versio, joka on tarkoitettu 25 MHz väylälle ja 83 MHz versio, joka on tarkoitettua 33 MHz väylälle. Luvuista voidaan laskea, että Pentium OverDrive toimii sisäisesti 2,5 kertaisella kellotaajuudella.

Emolevyllä täytyy olla 237- tai 238-pinninen OverDrive-paikka, johon Pentium OverDrive sopii. OverDrive toimii 3,3 voltin jännitteellä, joten emolevyn täytyy olla myös samalla jännitteellä. Pentium OverDrivessa on jäähdytin jo valmiina, joka estää ylikuumenemisen. Sisäinen välimuisti on kaksi kertaa tavallisen Pentiumin kokoinen eli 32 kt.

Prosessoritehoero 63 MHz Pentium OverDrivella on 25 MHz 486-mikroon verrattuna noin kolminkertainen ja käytännön tehoero sovelluksissa on noin kaksinkertainen.

Huomaa, että Pentium OverDriven avulla 486-mikrosta ei tule yhtä nopeaa kuin aito Pentium-mikro. Tämä johtuu siitä, että edelleen käytetään 486:n kapeampaa väylää ja 486:n hitaampaa emolevyratkaisua muisteineen kaikkineen. Nopeutta toki tulee lisää, mutta kannattaa laskea, olisiko koko emolevyn vaihto peräti halvempaa. Nopeutta emolevyn vaihdolla saisi kuitenkin huomattavasti enemmän.

Pentium-mikrojen OverDrive-vaihtoehdot

Pentium-mikroihin sopivat OverDrive-prosessorit eroavat päivitettävistä prosessoreista vain kellotaajuuksiltaan. Ne kaikki ovat tavallisia Pentiume- ja toimien sisäisesti suuremmilla kellotaajuuksilla.

Päävaihtoehdot ovat seuraavat:

OverDrive-prosessori	Vanha prosessori	Kanta (Socket)
120/133 MHz	60/66 MHz	4
125 MHz	75 MHz	5 tai 7
150 MHz	90 MHz	5 tai 7
166 MHz	100 MHz	5 tai 7

Vanha prosessori otetaan pois ja uusi asennetaan tilalle. Päivitys on helppo, nopea ja ennenkaikkea varma. Uusi prosessori toimii yhtä nopeasti kuin uudessa vastaavannopeuksisessa mikrossakin.

Pentium OverDrivessä on jäähdytyslevy ja tuuletin jo valmiina, joilla estetään prosessorin ylikuumeneminen. 120/133 MHz OverDrivessä on lisäksi jännitteenalennin 5:stä 3,3:een volttiin, jota voidaan joutua joissakin emolevyissä käyttämään.

Pentium OverDrive with MMX tarjoaa nopeamman kellotaajuuden lisäksi MMX-teknologian. MMX:stä lisää löytyy luvusta Prosessorit/Mikroprosessorit/Erikoistekniikat/MMX.

Näitä prosessoreita valmistetaan sisäisiltä kellotaajuuksiltaan 125, 150 ja 166 MHz. Ne sopivat 75, 90 ja 100 MHz Pentium-prosessoreiden tilalle. Kellotaajuuksistakin voidaan päätellä, että OverDrive-prosessorit toimivat sisäisesti 2,5-kertaisella taajuudella.

Prosessorissa on mukana jännitteen muunnin, jonka ansiosta emolevyn 3,3 voltin jännite muunnetaan automaattisesti prosessorin käyttämäksi 2,8 voltin jännitteeksi.

OverDrive-prosessorissa on 32 kilotavun sisäinen välimuisti ja prosessori on valmistettu 0,35 mikronin viivaleveydellä.

Cyrix-prosessorit

Cyrix on valmistanut pitkään Intel-yhteensopivia prosessoreita. Ensiksi tulivat 80287-matematiikkaprosessoria nopeammat vaihtoehdot, jonka jälkeen kilpailevia prosessoreita Intelin 486- ja Pentium-prosessoreille.

486-prosessorit

Cyrix Cx486SLC on pääpiirteiltään vastaava kuin Intel 486SX, paitsi että Cyrixin prosessorissa on vain 16-bittinen ulkoinen väylä. Sisäinen väylä on 32-bittinen ja käskykanta on sama 486SX- ja Cx486SLC-prosessoreissa. Kummastakin puuttuu kuusi käskyä, jotka ovat 486DX-prosessorissa. Käskyt liittyvät lähinnä välimuistin ohjaukseen ja ne eivät vaikuta itse ohjelmien suorituksiin. Cyrixin prosessoreissa ei ole matematiikkaprosessoria integroituna. Ulkoisen väylän kapeudesta johtuen Cyrix Cx486SLC muistuttaa enemmän nopeaa 386SX-prosessoria, vaikka 486-numerosarja nimessä onkin.

Cx486SLC:ssä on vain yhden kilotavun sisäinen välimuisti kun 486SX:n välimuistin koko on 8 kilotavua. Cyrixin Cx486DLC on toiminnoiltaan vastaava kuin SLC, mutta se on täysin 32-bittinen. Cyrixissä on Suspend- ja Resume-tilat kuten 80386SL:ssä ja 80486SL:ssä. Keskenjäänyt tilanne voidaan näillä toiminnoilla jäädyttää, jolloin kaikki tiedot säilyvät mutta virtaa kuluu minimaalisen vähän.

Cx486SLC on pinniyhteensopiva 386SX:n kanssa, joten se voidaan liittää pienin emolevyn muutoksin 386SX-mikroihin. Suurin muistikapasiteetti on myös sama eli 16 Mt. Muiden 486-prosessoreiden maksimimuisti on selvästi suurempi eli 4 096 Mt.

Nopeudeltaan Cyrixin prosessorit ovat nopeampia kuin Intelin vastaavat 386-prosessorit, mutta hitaampia kuin 486-prosessorit. Esimerkiksi 33 MHz Cyrix 486SLC voittaa nopeudessa 33 MHz 386-prosessorin, mutta häviää 40 MHz 386- ja 25 MHz 486SX-prosessoreille. Cyrix-prosessorit voidaankin siksi lukea ennemmin 386-prosessorien kuin 486-prosessorien joukkoon. Periaatteessa ne ovat niiden välimuotoja niin tekniikaltaan kuin nopeudeltaankin.

Cx486SLC/e on muuten vastaava kuin SLC, mutta se sisältää SMM:n (katso luku 2.2.26) kuten Intelin 386SL-prosessorikin. Virransäästön ansiosta SLC/e-prosessorin käyttö suuntautuu kannettaviin mikroihin.

Cyrix 486S2 on edellisiä tehokkaampi ja se on tarkoitettu kiinnitettäväksi 486SX-prosessorin kantaan. 486S2:n sisäinen kellotaajuus on kaksi kertaa suurempi kuin ulkoinen ja täten se vastaa Intelin DX2-prosessorien rakenneperiaatetta. Sisäinen välimuisti on 2 kt, joka on kaksi kertaa suurempi kuin aikaisemmissa Cyrixin prosessoreissa, mutta vastaavasti Intel 486:ssa on 8 kt:n välimuisti. Cyrixin välimuisti käyttää tehokkaampaa Write-back-tekniikkaa verrattuna Intelin Write-Through-tekniikkaan. Kokonaisuudessaan Intelin suurempi välimuisti on tehokkaampi. Sisäistä matematiikkaprosessoria 486S2:ssa ei ole.

Cyrix Cx486DRX2 on julkaistu lokakuussa 1992 ja se on tuplataajuusprosessori. Sisäinen kellotaajuus on kaksinkertainen ulkoiseen kellotaajuuteen verrattuna. Kellotaajuudet ovat 25/50 ja 33/66 MHz. Prosessori on yhteensopiva Intel 80386DX-prosessorin kanssa. Cyrix on hieman 386DX:ää suurempi, mutta Cyrixin mukaan se sopii lähes kaikkiin mikroihin. Jalkojen lukumäärä on sama, joten se voidaan vaihtaa 386SX/DX:n tilalle. **Cyrix Cx486SRX2** -prosessorin kellotaajuudet ovat 20/40 ja 25/50 MHz ja siitä puuttuu matematiikkaprosessori. Molemmissa prosessoreissa on 1 kt Write-Through-välimuisti ja ne toimivat 5 voltin jännitteellä.

Cx486DX ja **Cx486DX2** ovat yhteensopivia 486DX-prosessorien kanssa. Molemmat prosessorit toimivat samalla tavalla, mutta DX2 käyttää kaksinkertaista sisäistä kellotaajuutta. Kellotaajuudet ovat 20/40, 25/50, 33/66 ja 40/80 MHz. Cx486DX toimii 5 voltin jännitteellä ja Cx486DX2 toimii 5 tai 3,3 voltin jännitteellä. Cx486DX2:n malli 40/80 MHz toimii 4 voltin jännitteellä. Näissä prosessoreissa on 8 kilotavun Write-Back-välimuisti ja ne sisältävät matematiikkaprosessorin sekä virransäästöominaisuudet.

Cx486DX4 on sisäisesti kolminkertaisella taajuudella toimiva prosessori. Se toimii 3 voltin jännitteellä ja kellotaajuudet ovat 25/75 ja 33/100 MHz. Prosessorissa on 8 kilotavun Write-Back-välimuisti, matematiikkaprosessori ja virransäästöominaisuudet.

Cyrix FasCache Cx486 -prosessorit ovat Intel 486 -prosessorin kanssa yhteensopivia. Näistä Cyrixin prosessoreista löytyy lukuisia malleja, joissa on eroja muun muassa kellotaajuuksissa, käytettävässä jännitemäärässä, välimuistin koossa sekä liukulukuyksikön ja SMM:n mukanaolossa.

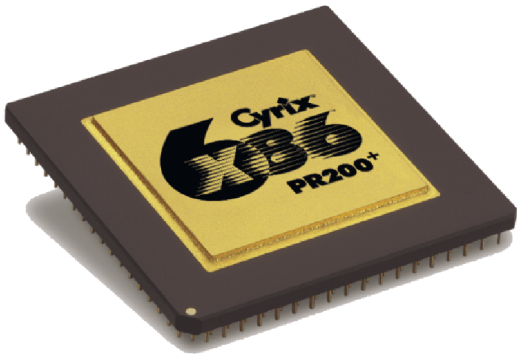
Cyrix 5x86

Cyrix 5x86 on 486- ja Pentium-prosessorien välissä teholtaan ja on väyläratkaisultaan samanlainen kuin Intel 486DX4. Sisäinen kellotaajuus on 100 tai 120 MHz ja ulkoinen on 33 tai 40 MHz. Cyrix 5x86 sopii Intel 486 -prosessorin kantaan. Välimuistia on 16 kt.

120 MHz kellotaajuudella Cyrix 5x86 on suurinpiirtein yhtä nopea kuin Pentium 90.

Cyrix 6x86

Cyrix 6x86 on Pentium-yhteensopiva prosessori, joka toimii sisäisesti kaksinkertaisella taajuudella. Alunperin tätä prosessoria kutsuttiin nimellä Cyrix M1.



Kuva: Cyrix 6x86-PR200+ -prosessori.

Seuraavassa taulukossa näet prosessorin mallinimen ja kellotaajuudet. Huomaa, että nimessä oleva numerosarja ei ole kellotaajuus, vaan Cyrixin mielestä vastaavan nopeuksisen Pentium-prosessorin kellotaajuus.

Cyrix 6x86				
Prosessori	**Kellotaajuus**	**Väylän kellotaajuus**	**PCI-väylän kellotaajuus**	**Kerroin**
6x86-PR120+	100	50	25	2
6x86-PR133+	110	55	27,5	2
6x86-PR150+	120	60	30	2
6x86-PR166+	133	66	33	2
6x86-PR200+	150	75	33 tai 37,5	2

Huomaa, että PR200+-prosessori tarvitsee emolevyn ja piirisarjan, jotka tukevat 75 MHz väylän kellotaajuutta. PR133+-prosessori tarvitsee tuen 55 MHz väylän kellotaajuudelle.

Prosessorissa on 16 kt välimuisti, joka toimii Write-Back-tekniikalla. Prosessori on sisäisesti 3,3- tai 3,52-volttinen ja I/O käyttää 5 volttia. Prosessorissa on myös virransäästöominaisuudet.

6x86 on 296-pinninen (PGA-kotelointi), kuten toisen sukupolven Pentiumitkin.

Cyrix 6x86L

Cyrix on parantanut 6x86-prosessoria jonkin verran ja tämä parempi prosessori kulkee nimellä Cyrix 6x86L.

L-malli käyttää kahta jännitettä kuten Pentium with MMX- ja AMD K6 -prosessoritkin. Käyttöjännitteet ovat 2,8 ja 3,3 volttia. Tehonkulutus on Cyrixin mukaan pudonnut peräti 25 prosenttia.

Cyrix 6x86MX

Tämä prosessori on perusrakenteeltaan sama kuin 6x86. Lisänä tässä mallissa on MMX-toiminnot sekä suurempi L1-tason välimuisti, joka on 64 kt.

Kuva: Cyrix 6x86MX -prosessori.

6x86MX-prosessori on samalla kellotaajuudella huomattavasti nopeampi kuin 6x86.

Cyrix 6x86MX				
Prosessori	**Kellotaa-juus**	**Väylän kellotaajuus**	**PCI-väylän kellotaajuus**	**Kerroin**
6x86MX-PR166GP	150	60	30	2,5
6x86MX-PR200GP	166	66	33	2,5
6x86MX-PR233GP	188	75	33	2,5

Cyrix M2

M2-prosessori on tulossa vuoden 1997 kesällä tai sen jälkeen. Seuraavana esitettävät tiedot ovat ennakkotietoja tästä uudesta prosessorista.

Prosessori on optimoitu sekä 16- että 32-bittisille sovelluksille. Sisäisinä kellotaajuuksina tulee olemaan 187, 200 ja 225 MHz. M2:ssa on MMX-toiminnot ja prosessorikantana on Socket 7. Käyttöjännitteenä on 2,8

prosessorin ytimelle ja 3,3 volttia I/O-kanaville. Välimuistin koko on 64 kt, joka on jaettu kahteen osaan. Transistoreja M2-prosessorissa on noin 6 miljoonaa.

MediaGX

MediaGX on suunnattu erittäin edullisiin pöytämikroihin ja kannettaviin. MediaGX-prosessorin ja Cx5510-oheispiirin avulla emolevylle ei tarvita muita ohjauspiirejä.

Kuva: MediaGX-prosessori.

Ratkaisu sisältää muun muassa liitäntöjen ohjauksen, näytönohjaimen ja äänipiirit. Oletuksena äänipiireillä on FM-synteesi, mutta laajennuksella se saadaan WaveTable-synteesiksi.

Näytönohjain käyttää keskusmuistia näyttömuistina UMA-tekniikalla. Näyttötarkkuudet yltävät aina 1280x1024 tarkkuuteen asti, mutta vain 256 värillä. 1024x768 tarkkuudella värejä on käytössä 65 tuhatta.

MediaGX on x86-yhteensopiva, ja se toimii 150 MHz kellotaajuudella. Välimuistia on 16 kt ja keskusmuistin suurin mahdollinen koko on 128 Mt. Matematiikkaprosessori on integroituna MediaGX:ään.

AMD-prosessorit

AMD on kehittänyt erilaisia Intel-yhteensopivia prosessoreita, jotka toimivat suuremmilla kellotaajuuksilla kuin Intelin prosessorit. Käskykannaltaan ne ovat esikuviensa kanssa yhteensopivia ja hinnaltaan edullisempia.

386-prosessorit

AMD **Am386SX-40** ja **Am386DX-40** toimivat 40 megahertsin kellotaajuudella kun Intelin vastaavat toimivat maksimissaan 33 megahertsin kellotaajuudella. AMD:ltä on tulossa lähiaikoina Pentium-tason prosessori, koodinimeltä K5.

Am386SX on julkistettu kesäkuussa 1991 ja se on vastaava kuin Intelin 80386SX. Am386SX toimii kuitenkin aina 40 megahertsiin saakka ja kuluttaa 35% vähemmän virtaa. Am386DX on julkistettu maaliskuussa 1991 ja se on vastaava prosessori kuin Intel 80386DX. Sekä Am386SX- että Am386DX-prosessoreita on saatavilla 5 ja 3,3 voltin malleina.

40 megahertsin **Am386DX** on suurinpiirtein yhtä tehokas kuin Intelin 25 megahertsin 386SX. Prosessori on edullisempi, joten sen pohjalta rakennetut mikrot ovat edullisempia kuin Intel 386SX -prosessoriin pohjautuvat.

AMD:n valmistama **Am386SXL** on vastaava kuin Intelin 386SX ja **Am386DXL** on vastaava kuin Intel 386DX-prosessori. Molemmat AMD:n prosessorit kuluttavat vähemmän virtaa kuin Intelin mallit. Prosessorin tyypin L-kirjain tulee sanoista Low Power.

Am386SXLV ja **Am386DXLV** ovat vastaavat kuin AMD:n DXL:t, mutta nämä käyttävät 5 voltin sijasta 3,3 voltin jännitettä. Kirjaimet LV tulevat sanoista Low Voltage.

486-prosessorit

AMD:llä on neljä 486-yhteensopivaa prosessoria. Kaikissa on 8 kt Write-Through välimuisti ja DX-malleissa on integroitu matematiikkaprosessori.

Am486SX on yhteensopiva i486SX:n kanssa ja **Am486DX** on yhteensopiva i486DX:n kanssa. Molemmista mallista löytyy suuremmalla kellotaajuudella toimivat mallit kuin Inteliltä. Käytettävät kellotaajuudet ovat 33 ja 40 MHz.

Am486SX2 on yhteensopiva i486SX2:n kanssa ja **Am486DX2** on yhteensopiva i486DX2:n kanssa. Molemmat mallit ovat tuplataajuudella toimivia prosessoreita. Am486SX2:n kellotaajuus on 25/50 MHz ja Am486DX2 kellotaajuudet ovat 25/50, 33/66 ja 40/80 MHz. Prosessoreissa on 8 kt Write-Through-välimuistia ja ne toimivat 5 voltin jännitteellä.

Am 486DX4 toimii sisäisesti kolminkertaisella kellotaajuudella (33/100 MHz). Siinä on 8 kt Write-Through-välimuisti ja se toimii 3,3 voltin jännitteellä.

Am486SXLV on kannettaviin mikroihin suunnattu prosessori. Se on yhteensopiva 486-prosessorien kanssa ja se on pakattu 196-pinniseen PQFP-koteloon. Prosessori käyttää 3,3 voltin jännitettä ja prosessorissa on virransäästöominaisuudet.

Am5x86

Am5x86 toimii sisäisesti 133 kellotaajuudella. Ulkoinen kellotaajuus on 33 MHz eli neljä kertaa pienempi. AMD on suurin piirtein yhtä nopea kuin Intelin 75 MHz Pentium. Am5x86-prosessorissa on 16 kt Write-Back-välimuisti ja se toimii 3,45 voltin jännitteellä.

Prosessori on saatavilla 168-pinnisessä PGA-kotelossa tai 208-pinnisessä SQFP-kotelossa.

AMD K5

AMD K5 on Intel Pentiumin kanssa yhteensopiva prosessori. Jalkoja on samat 296 kappaletta ja kantana Socket 7.

K5:n nimet eivät kaikki vastaa todellista kellotaajuutta. Nimessä oleva numeroarvo on asetettu vastaamaan suurinpiirtein Intelin vastaavan nopeuksisen prosessorin mukaiseksi.

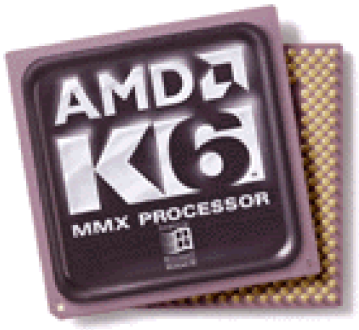
AMD K5				
Prosessori	**Kellotaajuus**	**Väylän kellotaajuus**	**PCI-väylän kellotaajuus**	**Kerroin**
AMD K5 PR75	75	50	25	1,5
AMD K5 PR90	90	60	30	1,5
AMD K5 PR100	100	66	33	1,5
AMD K5 PR120	90	60	30	1,5
AMD K5 PR133	100	66	33	1,5
AMD K5 PR166	116,66	66	33	1,75

Huomaa, että 'nopeammat' prosessorit toimivat melko alhaisilla kellotaajuuksilla. Esimerkiksi PR120 toimii samalla kellotaajuudella kuin PR90. PR120 on kuitenkin nopeampi uudemman erilaisen rakenteen ansiosta. Liukulukulaskentateho on molemmilla sama.

Sisäinen välimuisti on jaettu kahteen osaan: 16 kt käskyille ja 8 kt tiedolle. Käyttöjännitteenä on 3,5 volttia.

AMD K6

AMD K6 on suunnattu kilpailemaan Intelin Pentiumin ja Pentium Pron kanssa. Suurimpana myyntivalttina on edullisuus ja nopeus. K6 on RISC-pohjainen ja se on suunniteltu toimimaan nopeasti sekä 16- että 32-bittisessä ympäristössä.



Kuva: AMD K6.

K6:ssa on MMX-ominaisuudet mukana nopeuttamassa multimediatoimintoja. Niin ikään matematiikkaprosessori on integroituna mukaan. Samoilla kellotaajuuksilla K6 on suurinpiirtein yhtä nopea kuin Pentium Pro Windows NT -käyttöjärjestelmässä. Windows 95:ssä K6 on nopeampi kuin Pentium MMX.

K6:tta valmistetaan 166, 200 ja 233 MHz kellotaajuuksilla. Ulkoinen kellotaajuus näissä kaikissa on 66 MHz.

Käyttöjännite 166 ja 200 MHz taajuuksilla on 2,9/3,3 volttia ja 233 MHz taajuudella 3,2/3,3 volttia. Prosessori tarvitsee siis kahta erilaista jännitettä toimiakseen.

Prosessorin kanta on Socket 7 -yhteensopiva eli sama kuin Pentium-prosessoreilla. Kotelointina K6:ssa on CPGA.

K6:ssa on peräti 8,8 miljoonaa transistoria eli selvästi enemmän kuin Pentium Prossa. Viivaleveytenä on 0,35 mikrometriä.

Sisäisenä välimuistina on 64 kt, joka on suurempi ensisijainen välimuisti (L1) kuin missään x86-yhteensopivassa prosessorissa aiemmin. Välimuisti on jaettu kahteen 32 kilotavun lohkoon, toinen käskyille ja toinen tiedoille.

IBM-prosessorit

IBM valmistaa sekä Intel-yhteensopivia prosessoreita että PowerPC RISC-prosessoreita. IBM tekee tällä hetkellä yhteistyötä Cyrixin kanssa valmistaen heille prosessoreita ja saa vastineeksi Cyrixin prosessoriteknologiaa.

IBM 386 -sarja

IBM 386SLC on pinniyhteensopiva Intel 386SX:n kanssa ja 20 megahertsin taajuudella 386SLC se on kuitenkin noin kaksi kertaa tehokkaampi kuin 386SX. 386SLC sisältää 8 kilotavun sisäisen välimuistin, joka nopeuttaa sitä huomattavasti. Käyttöjännitteenä on 5 volttia.

IBM 486 -sarja

IBM 486SLC käyttää 3,3 voltin jännitteellä ja suurin muistimäärä on 16 Mt. Matematiikkaprosessori ei ole integroituna kuten ei ole Intel 486SX-prosessorissakaan. IBM 486SLC:ssa on ulkoinen väylä 16-bittinen ja sisäinen 32-bittinen. Välimuistin koko on 16 kilotavua eli kaksi kertaa niin suuri kuin Intelin 486-prosessoreissa. Tämä IBM:n prosessori on nopeudeltaan lähes 386SX-prosessorin tasoa eli siis melko hidas.

IBM 486SLC2 toimii ulkoisesti 25 MHz ja sisäisesti 50 Mhz kellotaajuudella. Muuten ominaisuudet ovat vastaavat kuin 486SLC:ssä. Vaikka 486SLC2:n kellotaajuus on peräti 50 MHz, vastaa IBM 486SCL2 suorituskyvyltään 25 MHz 486SX-prosessoria.

486SCL3 toimii 3,3 - 3,8 voltin jännitteellä. Prosessorissa on 16 kt Write-Through-välimuisti eikä se sisällä integroitua matematiikkaprosessoria.

IBM Blue Lightning -sarjan **BL486SX2** vastaa Intel 486SX -prosessoria toimien 33/66 ja 40/80 MHz kellotaajuuksilla. Prosessorissa on 16 kt Write-Back-välimuisti ja se käyttää 4 voltin jännitettä. Matematiikkaprosessoria ei ole ja virransäästöominaisuudet on sisällytetty prosessoriin.

BL486DX2 vastaa Intel 486DX-prosessoria toimien 25/50, 33/66 ja 40/80 MHz kellotaajuuksilla. Prosessorissa on 8 kt Write-Back-välimuisti ja se käyttää 3,3 voltin jännitettä.

BL486DX4 toimii sisäisesti kolminkertaisella kellotaajuudella (33/100 MHz). Siinä on 8 kt Write-Through-välimuisti ja se toimii 3,3 voltin jännitteellä. Matematiikkaprosessori on integroitu prosessoriin.

IBM 5x86

IBM 5x86 -prosessori toimii sisäisesti 100 MHz ja ulkoisesti 33 MHz kellotaajuudella. Kotelointina on 168-pinninen PGA tai 208-pinninen QFP, joten prosessori on pinniyhteensopiva Intelin 486-prosessorin kanssa.

Prosessorissa on 16 kilotavun Write-Back- ja Write-Through-tekniikoita tukeva välimuisti. Matematiikkaprosessori on prosessoriin integroituna.

Prosessorin sisäinen väylä on 64-bittinen ja ulkoinen väylä ja osoiteväylä ovat 32-bittisiä.

IBM 6x86

Nämä prosessorit on suunnitellut Cyrix ja IBM on valmistanut ne omalla nimellään. Cyrixin vastaavan nimiset prosessorit ovat siis täysin samoja.

IBM 6x86 -prosessorit ovat nimiltään PR150, PR166 ja PR200. Numerosarjat kuvaavat nopeustasoa Intelin Pentium-prosessoreihin verrattuna. Varsinaisesti 6x86-prosessorit käyttävät 120, 133 ja 150 MHz kellotaajuuksia. Väylän kellotaajuudet ovat 60, 66 ja 75 MHz.

Nämä prosessorit sisältävät 16 kilotavun sisäisen välimuistin, joka tukee sekä Write-Back- että Write-Through-tekniikoita.

IBM 6x86MX -prosessorit sisältävät MMX-toiminnot ja nämä ovat kellotaajuuksiltaan 166, 200 ja 233 MHz. L1-välimuistin koko on kasvatettu 64 kilotavuun, joka tehostaa toimintoja.

Molemmissa malleissa prosessorin superskalaaritekniikan avulla tehtävät suoritetaan kahdessa pipeline-väylässä. Virranhallintamenetelmänä on SMM-tekniikka. Kotelointina on 296-pinninen CPGA, joten prosessori on pinniyhteensopiva uudempien Pentiumien kanssa. Prosessorin sisäinen ja ulkoinen väylä ovat 64-bittisiä.

Matematiikkaprosessori on prosessoriin integroituna.

NEC-prosessorit

NEC on valmistanut 8086/88-prosessoreita vastaavia **NEC V20** ja **V30** prosessoreita, jotka ovat täysin yhteensopivia, mutta hiukan nopeampia. NECin prosessoreita löytyy jopa 16 megahertsin nopeuteen asti, kun Intelin 8086/88-prosessorit toimivat maksimissaan 8 megahertsin kellotaajuudella.

Monet mikron käyttäjät ovat vaihtaneet Intelin 8086/88 prosessorinsa NECin vastaavaan ja saavuttaneet noin 5% lisää nopeutta. Kaikissa 10 MHz ja sitä nopeampien PC/XT-mikrojen prosessorina on NEC.

NEC V20 on julkistettu maaliskuussa 1984 ja se vastaa Intelin 8088-prosessoria. NEC V30 on julkistettu samaan aikaan ja se vastaa Intel 8086-prosessoria. NEC V20:n kellotaajuudet ovat 8 - 10 megahertsiä ja V30:n uudempi malli **V30HL** toimii aina 16 megahertsiin saakka.

Chips & Technologies

F8680 PC/Chip -prosessori on yhteensopiva Intel 8086/80186:n kanssa. Kellotaajuudet ovat 8 megahertsistä 14 megahertsiin. Prosessori on suunniteltu kannettaviin mikroihin ja se oli julkistushetkellä syyskuussa 1991 integroiduin piiri mitä siihen asti oli julkistettu. Prosessori sisältää CGA-yhteensopivan näytönohjauksen, asynkronisen lähetyksen ja vastaanoton ja tuen PCMCIA-korteille. Suorituskyky vastaa 80286-prosessoria.

SnapIn

Intel SnapIn -päivitysprosessori on tarkoitettu IBM 286 -mikroille ja se voidaan asentaa malleihin PS/2 25, 30, 50, 50Z ja 60. Päivityksen avulla mikrosta saadaan 20 megahertsin 386SX-mikro. Suurin hyöty saavutetaan siinä, että vanhaa mikroa voidaan käyttää Windows-ympäristön ajamiseen nopeammin kuin alkuperäisellä prosessorilla.

SnapIn-moduli asennetaan 80286-prosessorin tilalle, jonka jälkeen asennusohjelman avulla suoritetaan oikeat asetukset. SnapIn-moduli sisältää Intel 80386SX-prosessorin ja 16 kt välimuistin. Jos emolevyllä on 80287-matematiikkaprosessori, osaa SnapIn hyödyntää sen.

Intel lopetti SnapIn-prosessorin valmistamisen kesäkuussa 1993, joten prosessorimoduli jäi suhteellisen harvinaiseksi. Lopettamisen syynä oli huono menekki.

PowerPC

Apple, IBM ja Motorola ovat yhdessä kehittäneet PowerPC-prosessorin vastaukseksi Intelin voittokululle prosessorimarkkinoilla. PowerPC perustuu RISC-tekniikkaan *(**R**educed **I**nstruction **S**et **C**omputer)*, jossa on vähennetty käskykanta. Intelin prosessorit käyttävät CISC-tekniikkaa *(**C**omplex **I**nstruction **S**et **C**omputer)*, joka sisältää huomattavasti enemmän käskyjä myös vaikeammillekin tehtäville. RISCin etuna on vähäisemmän käskykannan johdosta tehostunut nopeus, useiden käskyjen samanaikainen suoritus ja suuri rekisterikoko.

PowerPC ei hyödynnä suoraan toisille prosessoreille suunniteltuja ohjelmia, vaan se vaatii uudet sille koodatut ohjelmat. Uusissa Apple Macintosheissa Quadra -koneissa ja tietenkin PowerMacintosheissa on PowerPC-prosessori. System 7 for PowerPC sisältää tuen 680x0-perustaisille Macintosh-ohjelmille. Vasta aito PowerPC-ohjelma hyödyntää kunnolla uuden prosessorin nopeuden. PC-puolella PowerPC:tä tulevat tukemaan OS/2 ja Windows NT -käyttöjärjestelmät.

	Rekisteri	Jännite	Välimuisti
PowerPC 601	**32-bit**	**3,6 V**	**32 kt**
PowerPC 601v	**32-bit**	**2,5 V**	**32 kt**
PowerPC 602	**32-bit**	**3,3 V**	**32 kt**
PowerPC 603	**32-bit**	**3,3 V**	**16 kt**
PowerPC 603e	**32-bit**	**3,3 V**	**32 kt**
PowerPC604	**32-bit**	**3,3 V**	**16 kt**
PowerPC604e	**32-bit**	**3,3 V**	**32 kt**
PowerPC620	**64-bit**	**3,3 V**	**32 kt**

Vaikka 603:n välimuisti on pienempi kuin 601:n, on se tehokkaammaksi suunniteltu. Se on jaettu kahteen osaan, jolloin hyötysuhde on saatu paremmaksi.

PowerPC 604 ja 620 ovat edellisiä versioita nopeampia ja pystyvät suorittamaan useamman käskyn kerralla. 601 ja 603 pystyvät suoriutumaan maksimissaan kolmesta käskystä kerralla. 604 pystyy suoriutumaan neljästä ja 620 peräti kuudesta käskystä kerralla.

PowerPC 601 vastaa teholtaan lähes Pentiumin nopeutta. Se on kuitenkin huomattavasti edullisempi ja pienikokoisempi. Pieni koko tuottaa myös vähemmän lämpöä, joka onkin ollut Pentiumin ongelmakohtia. Lähes kaikki Pentiumit on varustettu ylimääräisellä tuulettimella.

PowerPC 601, 603 ja 604 sisältävät 32 kappaletta 32-bittisiä yleisrekistereitä ja 32 kappaletta 64-bittisiä liukulukurekistereitä.

Täysin 64-bittinen 620 sisältää 32 kappaletta 64-bittisiä rekistereitä. Pentiumissa on vain kahdeksan yleisrekisteriä ja kahdeksan liukulukurekisteriä. Suuren rekisterimäärän avulla prosessori suoriutuu tehtävistään nopeammin.

133 MHz kellotaajuudella toimiva 620 on suurin piirtein yhtä nopea kuin 200 MHz Pentium Pro. 620:ssa on 128-bittinen tietoväylä ja 40-bittinen osoiteväylä ja se sisältää 7 miljoonaa transistoria.

PowerPC pystyy käsittelemään 4 Gt muistia ja 4 Pt virtuaalimuistia. Osoiteavaruus voidaan jakaa 256 Mt segmentteihin tai 128 kt - 8 Mt lohkoihin tai molempia voi olla yhtä aikaa. Segmentit voidaan sitten jakaa 4 kt sivuihin, joita voidaan käsitellä virtuaalimuistissa levyllä.

Tietoväylän leveys on 64 bittiä ja osoiteväylän 32 bittiä. Molempien väylien liikenteen oikeellisuus tarkistetaan pariteettitarkistuksella.

PowerPC käyttää purskelukua ja -kirjoitusta aina kun se on mahdollista. Purskeoperaatio on hyvin nopea ja silloin tietoa siirretään 256 bittiä kerralla. Välimuistin yksi sektori on 256 bittiä, jolloin kokonainen sektori saadaan siirrettyä yhdellä siirrolla. Normaalisiirrossa siirretään vain yksi tai kahdeksan bittiä kerrallaan.

NexGen Nx586

AMD on ostanut vuonna 1996 NexGenin prosessorivalmistuksen. NexGen nimi säilyy ainakin vielä toistaiseksi.

NexGen Nx586 toimii Intel 80x86:n käskykannalla ja on siten täysin yhteensopiva myös i486- ja Pentium-prosessoreiden kanssa. Prosessori muuntaa 80x86:n CISC-käskyt lyhyemmiksi RISC-käskyiksi, jolloin saavutetaan suurempi tietojenkäsittelynopeus.

Nx586 on suunnattu Pentiumin kanssa samalle tasolle ja Nx586:n kellotaajuudet ovat tällä hetkellä 60:stä 100 megahertsiin. Samalla kellotaajuudella toimiessaan prosessorit ovat suunnilleen yhtä nopeita. Kokonaislukuvuissa Nx586 on hiukan nopeampi ja liukuluvuissa hiukan hitaampi. Nx586:n etuna on kuitenkin noin viisi kertaa pienempi hinta.

Nx586 eroaa Pentiumista seuraavissa pääkohdissa:

- Jokainen CISC-käsky käännetään RISC-komennoiksi, jotka ovat lyhyempiä ja niitä on siten myös useampia. Käännön jälkeen käskyt jaetaan kahteen kokonaislukuyksikköön, osoiteyksikköön ja mahdolliseen liukulukuyksikköön.

- Sisäistä liukulukuyksikköä ei ole, mutta sen saa ulkoisena vaihtoehtona.

- Prosessorin sisäinen välimuisti (L1, Level 1) on kaksi kertaa Pentiumin välimuistin suuruinen: 32 kt. Se on jaettu kahteen 16 kt:n lohkoon: käskyille ja tiedoille. L1-välimuisti toimii Write-Through- ja L2 (prosessorin ulkoinen välimuisti) Write-Back-menetelmällä. Käsittelytapa molemmilla on hyvin tehokas four-way set-associative. Ulkoisen välimuistin ohjaus on myös integroituna prosessoriin.

Nx586 on rakenteeltaan niin erilainen, että se ei ole pinniyhteensopiva esimerkiksi P54C:n kanssa, vaan vaatii oman prosessorikannan. Nx586:ssa on 463 jalkaa ja P54C:ssä on 296 jalkaa. Lisäksi Nx586 toimii 4 voltin jännitteellä, kun Pentium toimii 3,3 voltin jännitteellä.

Nx586-prosessorista on olemassa seuraavat mallit:

- NexGen Nx586-P75 70 MHz
- NexGen Nx586-P80 75 MHz
- NexGen Nx586-P90 84 MHz
- NexGen Nx586-P100 93 MHz

Muut prosessorit

Muita mikrotietokoneissa paljon käytettyjä prosessoreita ovat Motorolan 68000-sarjaan pohjautuvat prosessorit. Malleja ovat mm.

68000
68010
68020
68030
68040

Motorolan valmistamia prosessoreita käyttävät muun muassa Apple Macintosh, Atari sekä Commodore useiden työasemavalmistajien lisäksi.

Uusimpiin tehomikroihin kaupitellaan Digitalin kehittelemää Alpha-prosessoria. Se samoin kuin sen uusin kilpailija IBM:n PowerPC-prosessori pohjautuvat RISC-tekniikkaan ja käyttävät alkuvaiheessa 60 - 100 MHz kellotaajuuksia ja ovat prosessoriteholtaan Intel Pentiumia nopeampia.

Alpha- ja PowerPC-prosessoreiden ongelmana on yhteensopimattomuus Intel 80xxx-sarjan kanssa. DOS- ja Windows-sovellukset pitää ajaa emulaattorin kautta joka hidastaa ja tarjoaa myös muita ongelmia. Tämän johdosta Alphan pääkäyttöjärjestelmänä tarjotaan Windows NT:tä, jonka odotetaan tulevan yhdeksi keskeiseksi vaihtoehdoksi myös IBM PowerPC:-lle.

Tunnettuja prosessorivikoja

Prosessorit suunnitellaan ja valmistetaan hyvin tarkasti ja testataan ennen niiden markkinoille laskemista. Kuitenkin muutamiin valmiisiin prosessorimalliin on jäänyt tietynlaisia vikoja, jotka saattavat aiheuttaa yllätyksiä mikronkäyttäjälle.

Tässä luvussa kerromme yleisimmät viat (bugit) Intelin prosessoreissa.

8088

Ensimmäisissä Intel 8088 -prosessoreissa oli keskeytysten kanssa ongelmia. Lisäksi ongelmia tuli 8087-matematiikkaprosessorin kanssa. Alkuaikoina esimerkiksi IBM asensi samalla uuden toimivan 8088-prosessorin, jos 8087 asennettiin mikroon.

Viallisen prosessorin päällä on teksti

8088
©INTEL 1978

Myöhäisempien toimivien prosessorien päällä on jompikumpi teksti

8088	8088
©INTEL '78 '81	©INTEL '78 '83

Nämä viat ovat vain Intelin 4,77 MHz 8088-prosessoreissa ja vain ensimmäisessä sarjassa.

80386

Ensimmäisissä 16 MHz 386DX-prosessoreissa on virhe, joka jumiuttaa mikron 32-bittisessä tilassa. Virhe esiintyy esimerkiksi Windowsin Enhanced Modessa ja OS/2 2.X -versiossa. DOSissa virhe ei haittaa työskentelyä.

Virheen havaitseminen prosessorista on hyvin vaikeaa. Ongelma ilmenee vain ajoittain ja on hyvin ohjelmistoriippuvainen. Kun Intel havaitsi virheen, myytiin näitä prosessoreita kuitenkin puhtaaseen 16-bittiseen käyttöön. Prosessorin päälle lyötiin 16-bit SW Only -logo.

Jos prosessorissa on seuraavana näkyvä teksti, voi prosessori olla viallinen tai ehjä.

80386 - 16

Jos prosessorissa on seuraavana näkyvä teksti, on prosessori tarkoitettu ainoastaan 16-bittiseen käyttöön. 32-bittisen ohjelmiston käytössä seuraa jumiutumisia.

80386 - 16
16-bit SW Only

Jos prosessorissa on seuraavana näkyvä teksti, on prosessori täysin toimiva.

80386 - 16
ΣΣ

Nopeammissa 386DX-prosessoreissa vikaa ei ole.

Pentium

Pentiumin eri versioissa on havaittu kaksi erilaista virheellistä toimintaa. Molemmat kerrotaan tässä luvussa.

Liukulukuvirhe

Pentium julkistettiin vuonna 1993 ja vasta seuraavana vuonna siinä huomattiin eräs laskentavirhe liukulukuyksikössä. Perusteellisen tutkimuksen jälkeen Intel havaitsi virheen olevan erittäin harvoin esiintyvä: vain 27 vuoden välein ja silloinkin vain monimutkaisissa liukulukulaskuissa.

Virhe voi ilmaantua vanhemmissa Pentium 60/66/75/90/100 MHz -prosessoreissa. Uudemmissa malleissa sekä 120 MHz ja sitä nopeammissa prosessoreissa virhe on korjattu.

Virheellinen Pentium voidaan tunnistaa suorittamalla seuraava jakolasku:

962 306 957 033 / 11 010 046

jonka oikea vastaus on

87 402,6282027341

Virheellinen Pentium antaa tulokseksi

87 399,5805831329

Tämä esimerkki ei ole ainoa lasku, jonka Pentium laskee väärin. Erilaisia liukulukuesimerkkejä löytyy runsaasti, kunhan laskutehtävä vain osuu Pentiumin vialliselle alueelle.

Monia julkisohjelmia on tehty, jotka eri laskentatehtävien avulla päättelevät, toimiiko kyseisessä mikrossa oleva Pentium oikein vai väärin. Näitä saa muun muassa Internetin kautta.

Virranhallintavirhe

Toisen sukupolven 75/90/100 MHz Pentium -prosessorien virranhallintapuolella on virhe. Ongelmatilanne ilmaantuu, kun mikro yrittää asettaa prosessoria virransäästötilaan. Seurauksena on mikron jumiutuminen.

Ongelma voidaan kiertää asettamalla virranhallintatila pois päältä, tai mieluummin vaihtaa prosessori toimivaan versioon.

Matematiikkaprosessorit

Mikrotietokoneen prosessori pystyy suorittamaan vain peruslaskutoimitukset ja nekin ainoastaan kokonaisluvuilla. Jos laskutehtävässä käytetään liuku- eli desimaalilukuja, hidastuu kyseinen laskutoimitus huomattavasti prosessorin laskiessa vastausta kokonaislukujen avulla. Pääprosessori joutuu iteroimaan käskysarjaa useaan kertaan ennen kuin laskutulos on valmis.

Matematiikkaprosessori *(CoProcessor, Arithmetic Processor)* pystyy laskemaan liukuluvuilla, joten se nopeuttaa ohjelmia, joissa käytetään runsaasti monimutkaisia liukulukulaskuja. Tällaisia ovat esimerkiksi grafiikka- ja CAD-ohjelmat. Kokonaisluvuilla tapahtuva laskenta ei nopeudu. Tekstinkäsittely-, tietokanta- ja kirjanpito-ohjelmat eivät yleensä kykene hyödyntämään matematiikkaprosessoria.

Normaalisti kaikki laskut suoritetaan pääprosessorissa. Jos laskutoimenpide halutaan suorittaa matematiikkaprosessorissa, siirretään se tietyllä ESCAPE-koodilla. Matematiikkaprosessoria käyttävä ohjelma on suunniteltava matematiikkaprosessoria varten. Tavallinen ohjelma ei osaa automaattisesti hyödyntää matematiikkaprosessoria.

Matematiikkaprosessorit sisältävät valmiina useita eri laskutoimituksia, joiden avulla tehtävä saadaan laskettua yhdessä tai useammassa kellojaksossa. Jos kyseinen laskutoimitus tehtäisiin pääprosessorilla, sen suorittamiseen saattaisi kulua satoja kellojaksoja. Lisäksi matematiikkaprosessori laskee liukuluvuilla, jolloin lasku saadaan entistä nopeammin ja tarkemmin suoritettua. Tämän lisäksi se sisältää yleisimmät trigonometriset funktiot valmiina rutiineina.

Laskenta tapahtuu niin että ensin ladataan käsiteltävät luvut matematiikkaprosessorin kahteen rekisteriin. Kolmantena ladataan ohjelmakäsky, joka kertoo mikä laskutoimitus suoritetaan. Sen jälkeen matematiikkaprosessori suorittaa siihen valmiiksi ohjelmoidun käskysarjan ja saa tulokseksi oikean vastauksen. Matematiikkaprosessori työskentelee riippumattomana pääprosessorista, joten sen laskiessa pääprosessori voi odottaa tai tehdä jotain toista tehtävää.

Intelin prosessorit käyttävät erityyppisiä matematiikkaprosessoreja. Myös mikrotietokoneen käyttämällä kellotaajuudella on merkitystä valittavaan prosessoriin. Seuraavana olevasta taulukosta näkee mikroprosessorin ja sitä vastaavan matematiikkaprosessori.

Intelin lisäksi matematiikkaprosessoreita valmistavat Cyrix ja IIT, joiden prosessorit ovat Intelin sarjan kanssa yhteensopivia. Ne ovat myös fyysisesti samanlaisia ja voidaan asentaa Intelin prosessoreille tehtyihin kantoihin. Näiltä valmistajilta löytyy myös jokaiselle prosessorityypille oma matematiikkaprosessori.

Taulukossa on ensin Intelin mikroprosessori, käytettävä kellotaajuus ja sitä vastaava matematiikkaprosessori.

Matematiikkaprosessorit

Mikroprosessori	Kellotaajuus	Matematiikkaprosessori
8086/88	4,77 MHz	8087 (-3)
8086/88	8 MHz	8087-2
8086/88	10 MHz	8087-1
80286	kaikki	80287XL, Cyrix 82S87, AMD 80C287, IIT 2C87
80386SX	16 MHz	80387SX-16, Cyrix 83S87-16
80386SX	20 MHz	80387SX-20, Cyrix 83S87-20
80386DX	16 MHz	80387DX-16
80386DX	20 MHz	80387DX-20, Cyrix 83D87-20
80386DX	25 MHz	80387DX-25, Cyrix 83D87-25
80386DX	33 MHz	80387DX-33, Cyrix 83D87-33, IIT 3C87
80486SX	kaikki	Overdrive 80487SX
80486DX/DX2/DX4	kaikki	sisäänrakennettuna
Pentium	kaikki	sisäänrakennettuna
Pentium Pro	kaikki	sisäänrakennettuna

Ennen 80287XL:n valmistusta 80287-prosessoria valmistettiin viidellä eri nopeudella. Seuraavassa taulukossa on nämä mallit ja niiden kellotaajuudet. On huomioitava että 287:n suurin kellotaajuus ei tarkoita aina tietokoneen kellotaajuutta. Useimmin 287:n kellotaajuus on 2/3 osaa pääprosessorin kellotaajuudesta.

Kuitenkin esimerkiksi IBM:n 286-prosessoriset tietokoneet 50, 50Z ja 60 käyttävät matematiikkaprosessoria samalla kellotaajuudella kuin pääprosessoriakin eli 10 megahertsillä.

80287-matematiikkaprosessorit		
Mikroprosessori	**Prosessorin kellotaajuus**	**Matematiikka-prosessori**
80286	6 MHz	80287-4
80286	8 MHz	80287-6
80286	10 MHz	80287-8
80286	12 MHz	80287-10
80286	16 MHz	80287-12

Joihinkin 386-pohjaisiin mikrotietokoneisiin voi myös asentaa 80287-matematiikkaprosessorin. Jos ei tarvita suurinta mahdollista laskentatehoa, säästetään näin kustannuksia. Laskentatehon ero on 80387:n eduksi noin viisinkertainen ja lisäksi 80287:ää käytetään yleensä pienemmällä kellotaajuudella, joten ero 80387:ään on vielä suurempi. Kannattaa harkita tarkkaan, jos aikoo säästää tällaisessa ratkaisussa.

Matematiikkaprosessoreiden ominaisuuksia		
Matematiikka-prosessori	**Jalkoja**	**Virrankulutus (W)**
8087	40	3
80287	40	3
80287XL	40	1,5
80287XLT	44	1,5
80387SX	68	1,5
80387DX	68	1,5
80487SX	169	6

Ohjelmat eivät yleensä osaa käyttää matematiikkaprosessoria, koska se vaatii omat käskynsä toimiakseen. Matematiikkaprosessoria tukevia ohjelmia on kahta lajia: niitä, jotka toimivat myös ilman matematiikkaprosessoria ja niitä, jotka eivät toimi ilman matematiikkaprosessoria lainkaan. Eräät ohjelmat tutkivat matematiikkaprosessorin paikallaolon ja jos se löytyy, ne hyödyntävät sitä. Ohjelmista voi olla kaksi versiota, joista toinen käyttää pelkästään pääprosessoria ja toinen lisäksi matematiikkaprosessoria. Käyttäjä voi valita, kumman niistä asentaa riippuen

siitä, onko emolevyllä matematiikkaprosessori.

8087

Intel ilmoitti julkistaessaan 8087-matematiikkaprosessorin sen olevan monimutkaisin integroitu piiri mitä oli koskaan valmistettu. 8087:ssä on 40 jalkaa sisältäen samanlaiset osoite- ja tiedonkäsittelyominaisuudet kuin 8086, jotta se toimisi 8086:n kanssa. Vaikka väylän leveys on 16 bittiä, 8087 toimii ilman muutoksia 8088-prosessorin kanssa. 8087 toimii myös 80186/88 -prosessorin kanssa, jolle omaa matematiikkaprosessoria ei ole tehtykään.

8087 toimii samalla kellotaajuudella pääprosessorin kanssa ja sitä valmistetaan kolmella eri nopeudella kuten pääprosessoriakin. Jos 8087:ään painettu kellotaajuusluku on alhaisempi kuin käytettävä kellotaajuus, 8087 ei toimi tai se saattaa ylikuumentua ja lakata toimimasta kesken sovelluksen. Jos 8087:n kellotaajuus on suurempi, se ei haittaa toimintaa eikä se myöskään nopeuta sitä. Emolevyllä oleva kide määrää toimintataajuuden. Korkeamman kellotaajuuden matematiikkaprosessori on vain turhan kallis, koska edullisempikin malli käy.

80287

80287 on tarkoitettu 80286-prosessorin yhteyteen ja paremman suunnittelun ansiosta se on huomattavasti tehokkaampi kuin 8087. Itse laskutoimenpiteet ovat samantasoiset kuin 8087:ssä, mutta toiminta on optimoitu 80286:lle.

80287-prosessorissa on koko mikropiirisysteemi jaettu kahteen osaan: väyläliittymään ja laskentaosaan. Väyläliittymä hoitaa kaiken tietoliikenteen laskentaosan ja matematiikkaprosessorin ulkopuolelle johtavan kanavan välillä. Laskentaosa hoitaa pelkästään laskuoperaatiot. Jako on suoritettu, jotta prosessorin muunnokset eri ympäristöihin voidaan tehdä pelkästään väyläliittymää muuttamalla eikä koko matematiikkaprosessoria tarvitse rakentaa uudelleen. Laskentaosa vastaa 8087-laskentaosaa myös tehokkuudeltaan.

80287 toimii sekä real- että protected-tiloissa, kuten 80286. Kotelo on 40-jalkainen niinkuin 8087, mutta osoiteväylät ovat erilaiset eivätkä ne ole

yhteensopivia keskenään. Koska 80287 toimii pääprosessorin osoitteiden mukaan, toimii se myös 80386-mikroissa ja niiden suuremman muistikapasiteetin kanssa. Joissakin 80386-koneissa on tämän johdosta myös 80287-paikka, jos halutaan edullisempi mutta myös tehottomampi matematiikkaprosessori.

80286 ja 80287 eivät toimi synkronisesti keskenään kuten muut prosessorit. 80286 jakaa kiteen kellotaajuuden kahdella josta tulee sen käyttötaajuus. 80287 jakaa kellotaajuuden kolmella. Esimerkiksi 10 megahertsin AT-mikrossa on 20 megahertsin kide. Prosessori toimii 10 megahertsin ja matematiikkaprosessori 6,67 megahertsin taajuudella.

80287 toimii huomattavasti pienemmällä kellotaajuudella kuin 80286, joten hyötysuhde on huonompi kuin 8086/8087-prosessoreilla. Jotkin uudemmat AT-mikrot käyttävät matematiikkaprosessoria samalla kellotaajuudella kuin pääprosessoriakin. Tämä onnistuu, koska prosessorit eivät toimi synkronisesti, eli niiden kellotaajuuksien ei tarvitse olla samat. Prosessorit osaavat säätää toimintojaan, jotta yhteistyö onnistuu. Tarvittaessa toinen odottaa toisen operaatiota, jotta tiedonkulku niiden välillä onnistuu oikeaan aikaan.

Jos 8 megahertsin AT-mikrolla suoritetaan tietty monimutkainen liukulukuja käsittelevä toimenpide, jossa vaaditaan matematiikkaprosessoria, tapahtuu se hitaammin kuin 8086-mikrossa. Vaikka 8086 on hitaampi ja alkeellisempi prosessori, se suoriutuu tehtävästä nopeammin, koska sen matematiikkaprosessori toimii suuremmalla kellotaajuudella kuin 80287.

80287XL sopii vanhemman 80287:n paikalle, mutta 80287XLT vaatii oman paikan. XLT on PLCC-kotelossa ja samalla myös pienikokoisempi ja on tarkoitettu kannettaviin mikroihin.

80387

80387 julkistettiin vuonna 1987, kaksi vuotta 80386:n jälkeen. 80387 on ohjelmallisesti täysin yhteensopiva 8087/80287-matematiikkaprosessoreiden kanssa, joten se toimii niitä varten suunnitelluilla ohjelmilla täysin vastaavasti.

Käskyjen suoritusaikoja on lyhennetty ja uusia laskentakäskyjä on lisätty, joten vielä suuremmalla kellotaajuudella toimiessaan 80387 on yli viisi kertaa nopeampi kuin edeltäjänsä. 80387 toimii samalla kellotaajuudella kuin pääprosessorikin, jolloin sen tehokapasiteetti on mahdollisimman

suuri.

80387 sisältää trigonometriset, logaritmiset, eksponentiaaliset ja aritmeettiset käskyt, jotka aikaisemmista malleista puuttuivat. Uusia käskyjä käytettäessä toiminta on entistä nopeampaa. 8087/80287-prosessoreissa vastaavat käskyt suoritettiin muiden käskyjen avulla useissa sarjoissa.

80487SX

80487SX-matematiikkaprosessori on tarkoitettu 80486SX-tietokoneille. 80486DX-mikrossa matematiikkaprosessori on jo sisäänrakennettuna.

80487SX on täysin vastaava kuin aito 80486DX-prosessori. Erillistä matematiikkaprosessoria ei ole rakennettu, sillä helpompaa on käyttää jo valmiina olevaa 80486DX-prosessoria. Lisäämällä 80487SX-prosessori 80486SX-mikroon tulee emolevystä täysin vastaava kuin aito 80486DX-emolevy.

80486SX on edullinen vaihtoehto kun tarvitaan nopeaa mikroa. Jälkeenpäin matematiikkaprosessorin hankkiminen on todella kallista, koska joudutaan ostamaan aito 486-prosessori. Jos matematiikkaprosessoria tarvitaan ostohetkellä tai lähitulevaisuudessa, ei kannata hankkia 486SX:ää vaan hiukan kalliimpi 80486DX.

RapidCAD

RapidCAD on piiripari 80386- ja 80387-prosessorien paikalle. Pääprosessorissa RapidCAD-1 on sisäänrakennettu matematiikkaprosessori. Apuprosessori RapidCAD-2 asennetaan matematiikkaprosessorin kantaan ja sen tehtävänä on ainoastaan palauttaa harhautuneet käskyt pääprosessorille takaisin.

Integroinnin johdosta RapidCAD on noin 30% nopeampi kuin 80386- ja 80387-prosessorit yhdessä. Liukulukulaskuja käyttävät ohjelmat tehostuvat merkittävästi vain vaihtamalla vanhat prosessorit RapidCAD-prosessoreihin. RapidCAD-prosessorit toimivat kaikissa 386-mikroissa aina 33 MHz:iin asti.

Intel lopetti RapidCAD prosessorin valmistamisen kesäkuussa 1993

huonon menekin takia.

Weitek

Weitekin matematiikkaprosessorit on tarkoitettu vaativien sovellusten ja suurten liukulukulaskujen nopeuttamiseen. Weitek toimii peruslaskutoimituksilla nopeammin kuin 387. Trigonometriset ja muut monimutkaiset kaavat puuttuvat Weitekistä, joten 387 suorittaa ne nopeammin.

Weitek ei ole yhteensopiva 387:n kanssa, vaan vaatii oman tuen ohjelmasta sekä oman paikan emolevyllä. Kaikilla emolevyillä ei ole kantaa Weitekille. Paikka löytyykin vain hyvin tehokkaista mikroista. Weitek ei myöskään ole mikään yleismatematiikkaprosessori, koska hyvin harva ohjelma tukee sitä. Tuki löytyy lähinnä tunnetuimmista CAD-ohjelmista.

Vuonna 1988 Weitek julkisti 3167 matematiikkaprosessorin, joka on tarkoitettu 386:n rinnalla toimivaksi. 1989 julkistettiin tehokkaampi 4167, jota käytetään tehostamaan 486:n liukuluku laskuja. Molemmat Weitekin prosessorit ovat yhteensopivia Weitek 1167 -prosessorin kanssa. Se on kehitetty vuonna 1985 ja on käytetty Motorola 68020 ja SUNin SPARC-mikroprosessoreiden kanssa.

Cyrix

Cyrix FasMath 82S87 -matematiikkaprosessori kehitettiin yhteensopivaksi Intel 80287:n kanssa, mutta huomattavasti nopeammaksi. Mikron käyttäjä voi vaihtaa 80287:n tilalle Cyrixin ja saavuttaa sillä lisää laskentatehoa. Intelin uudempi 80287XL-matematiikkaprosessori on jo huomattavasti vanhaa nopeampi ja se on lähellä Cyrixin 82S87-prosessoria.

Cyrix FasMath 83D87 -matematiikkaprosessori on yhteensopiva Intel 80387:n kanssa. 83D87:ssä on käskyjen suoritusaikoja minimoitu mahdollisimman paljon ja siten se toimii hieman 80387:ää nopeammin. Cyrix FasMath 83S87 -matematiikkaprosessori on Intel 80387SX:n kanssa yhteensopiva ja se toimii myös hieman Intelin vastaavaa nopeammin. Molemmat ovat Intelin prosessoreja edullisempia, joten niitä näkee useimmiten edullisissa kloonimikroissa.

AMD

AMD 80C287 on yhteensopiva Intel 80287:n kanssa kuten Cyrix ja IIT:kin. AMD:tä saa 40-pinnisessä DIP-kotelossa tai 44-pinnisessä PLCC-kotelossa, joka on yhteensopiva 80287XL-prosessorin kantaan

IIT

IIT 2C87 on vastine Intel 80287:lle. Pinniyhteensopivana IIT voidaan vaihtaa Intelin prosessorin tilalle, jolloin hyötynä saavutetaan selkeästi parempi nopeus. Verrattaessa Intelin 80287XL-prosessoriin hyöty on vain muutamia prosentteja.

IIT 3C87 on vastaavasti yhteensopiva Intel 80387:n tilalle. IIT:n ja Intelin välillä on vain hyvin pieni nopeusero IIT:n hyväksi.

5. MUISTI

Muisti *(Memory)* on tärkeä osa mikrotietokoneen toiminnan kannalta. Kaikki käsiteltävä tieto on aina oltava muistissa. Mikrotietokoneen muisti voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

- Käyttömuisti eli RAM-muisti
- Pysyväismuisti eli ROM-muisti
- Välimuisti

Jokaisella näistä on oma tehtävänsä, jotka käydään läpi seuraavissa luvuissa.

Tietokoneen muisti koostuu pienistä transistoreista, jotka voivat olla joko 0- tai 1-tilassa. Näitä transistoreita on lukuisa määrä koottuna muistipiireihin. Muistipiirin transistorien tilaa muuttamalla ja tutkimalla, voidaan tietoa käsitellä sähköisessä muodossa.

RAM-muistissa tietoja ylläpidetään sähkövirran avulla. ROM-muistissa tiedot säilyvät ilman virtaakin. Tosin niihin ei voi noin vain tallettaa tietoa, eli niitä ei käytetä mikron keskusmuistina. Välimuisti on nopeampaa muistia kuin keskusmuisti, ja sen avulla nopeutetaan mikron toimintoja.

Muistimoduuleista puhuttaessa mainitaan usein myös sana JEDEC. Se ei kuitenkaan ole mikään muististandardi, vaan EIA:n alainen puolijohteiden ja integroitujen piirien standardointijärjestö. Monet muististandardit, kuten SIMM- ja DIMM-moduulit, ovat JEDECin hyväksymiä.

RAM-muisti

RAM-muisti (*Random Access Memory*) on tietokoneen tietojen varasto- ja käsittelypaikka. Jos RAM-muistipiirit eivät saa virtaa, muistin sisältö häviää. Tällöin kaikki ohjelmat on ladattava uudestaan muistiin. Jos tehtyjä muutoksia tai uusia tietoja ei ole tallennettu apumuistille, niitä ei voida enää palauttaa vaan ne on kirjoitettava uudestaan.

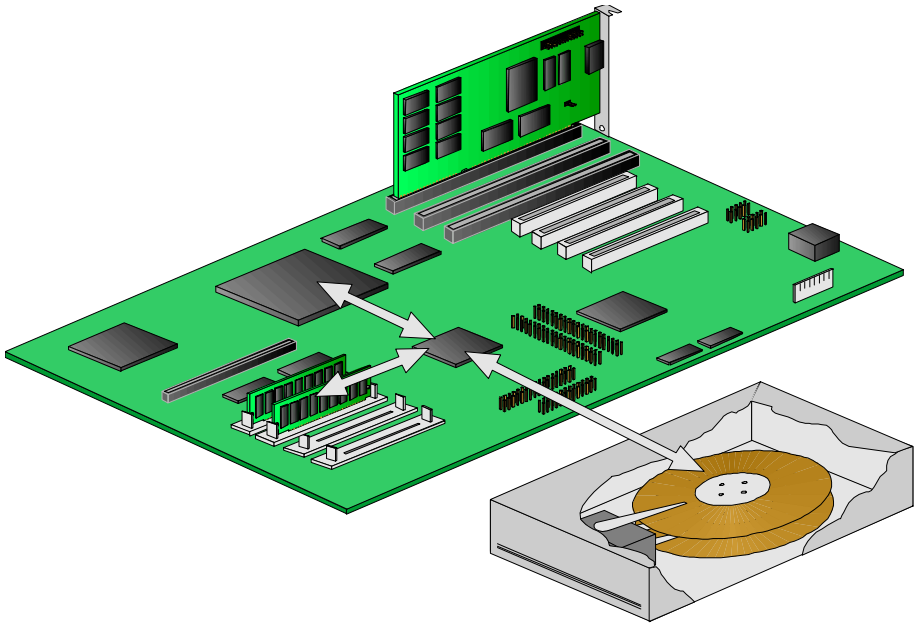
Tämän takia tiedon varastointiin käytetään pysyväismuisteja, muun muassa kiintolevyjä sekä levykkeitä, joissa tieto pysyy ilman sähkövirtaa.

Prosessori pystyy käsittelemään tietoa vain, jos se on muistipiireillä. Tietokoneohjelmat, joita käytetään, on siten myös ladattava levymuistista RAM-muistiin. Ohjelmien lisäksi muistissa pidetään myös osia esimerkiksi tietokantaohjelman korteista ja tekstinkäsittelyohjelman teksteistä. Myös

käyttöjärjestelmä on muistissa ja se ladataan sinne automaattisesti kun tietokone käynnistetään.

Kun jokin ohjelma halutaan käynnistää, ladataan se apumuistista keskusmuistiin. Prosessori pystyy käsittelemään vain muistissa olevaa tietoa, ei esimerkiksi levykkeellä olevaa. Tietoja säilytetään apumuistissa pysyvästi, koska ne säilyvät siellä ilman sähkövirtaa.

Myös suuret tietomäärät ovat koko ajan apumuistissa, koska apumuistin kapasiteetti on kymmeniä kertoja suurempi kuin keskusmuisti. Kaikki ohjelmat ja tiedot eivät edes mahtuisi kerralla muistiin. Vain kullakin hetkellä tarvittava ohjelma tai tiedosto ladataan keskusmuistiin.



Kuva: Ohjelma on ladattava apumuistista emolevyn muistipiireille ennen kuin se voidaan käynnistää. Tiedonsiirto tapahtuu oheispiirin kautta.

Myös mikrotietokoneen käynnistyksessä käyttöjärjestelmä on ladattava muistiin. Käyttöjärjestelmä ohjaa niin muistinkäsittelyä kuin koko tietokoneen toimintaakin.

Muistia, jota käytetään ohjelmien tallettamiseen ja niiden käynnistämiseen, kutsutaan RAM-muistiksi. ROM-muistia (*Read Only Memory*) käytetään vain luettavien tietojen säilytykseen. Tietokoneen käyttäjä ei voi tallettaa

ROM-muistiin tietoa vaan sitä voidaan ainoastaan lukea. Kun tietokone käynnistetään, luetaan käyttöjärjestelmän lataamisen mahdollistamat perustiedot ROM-muistista.

ROM-muistipiirit ovat lähes poikkeuksetta irroitettavissa, jotta ne voidaan tarvittaessa vaihtaa uudempiin versioihin ilman kolvin käyttöä. Esimerkiksi BIOS-ROM-piiriä voi tarvittaessa joutua päivittämään, jos siinä havaitaan virhe tai uudempi versio on olennaisesti parempi. Uudempien mikrojen Flash BIOS on päivitettävissä ohjelmallisesti, joten piiriä ei tarvitse vaihtaa.

Prosessori määrää mikrotietokoneen muistin maksimimäärän. Esimerkiksi 8086-prosessorissa on 20 bitin osoiteväylä, joka mahdollistaa muistin osoittamisen yhteen megatavuun (1024 kt). DOS-käyttöjärjestelmä tosin rajoittaa perusmuistin määrän 640 kilotavuun, vaikka prosessori mahdollistaa suuremman muistimäärän. Loput 384 kilotavua on varattuna muihin tarkoituksiin, esimerkiksi näytönohjain käyttää osan tästä muistialueesta.

Muisti koostuu yksittäisistä biteistä, jotka ovat joko asennossa 0 tai 1. Kahdeksan bittiä muodostaa yhden tavun, jonka avulla voidaan muodostaa 256 eri yhdistelmää ($2^8 = 256$). Näillä eri yhdistelmillä muodostetaan PC-ASCII-merkkisarjan aakkoset, numerot ja muut erikoismerkit.

Mitä enemmän tavuja on käytettävissä, sitä laajempi muistialue voidaan muodostaa. Mikrotietokoneiden alkuperäinen muistialue on ollut yksi megatavu. Minimimäärä alkaa tosin olla jo neljä megatavua muistin edullisuuden ja Windowsin vaatimusten vuoksi. Yksi megatavu on 1024 kilotavua eli 1 048 576 tavua, joka on bitteinä yli 8,3 miljoonaa.

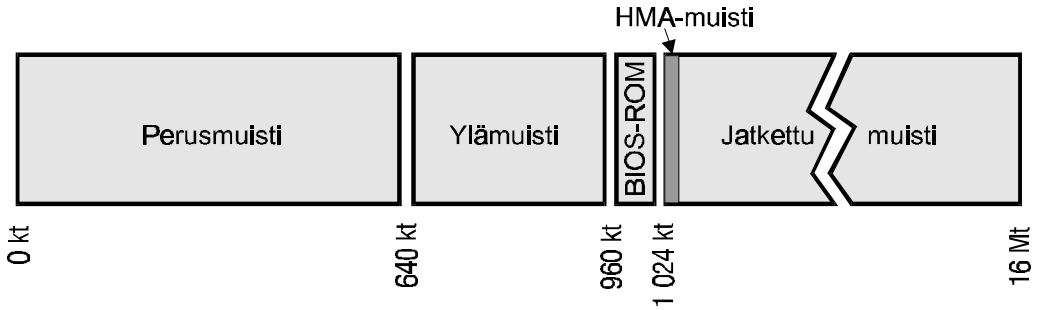
8 bittiä (b) = 1 tavu (t)
1024 tavua = 1 kilotavu (kt)
1024 kilotavua = 1 megatavu (Mt) = 1 048 576 tavua
1024 megatavua = 1 gigatavu (Gt)

Muistiryhmät

Tietokoneen muisti voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- Perusmuisti *(Conventional)*
- Ylämuisti *(UMB)*
- HMA-muisti *(High Memory Area)*
- Jatkettu muisti *(Extended)*
- Laajennettu muisti *(Expanded)*

Näistä muistialueista on tarkemmat selosteet seuraavissa luvuissa. Kaikki muut muistityypit, paitsi laajennettu muisti, sijaitsevat omilla muistialueillaan. Laajennettu muisti muodostetaan jatketusta muistista muuttamalla muistin käsittelytapaa. Laajennettu muisti on siis vain tapa käsitellä jatkettua muistia.



Kuva: PC-mikron muistin jakautuminen pääosiin.

Huomaa, että edellä olevan kuvan mikrossa on 16 Mt muistia. Jos muistia hankitaan enemmän, kasvattaa se jatketun muistin osuutta. Alle yhden megatavun osoitteisiin, ei lisämuisti vaikuta.

Perusmuisti

Tietokoneen perusmuisti (*Conventional Memory*) sijaitsee alueella 0 - 640 kilotavua. DOS-käyttöjärjestelmän perusmuistiksi on määritelty 640 kt ja loput 384 kt 8086/88-prosessorin mahdollistamasta yhden megatavun muistista on varattu muuhun käyttöön. Esimerkiksi näytönohjaimen muistialue ja BIOS-ROM sijaitsevat 640 kilotavun yläpuolella.

DOS-käyttöjärjestelmän ohjelmia voidaan käyttää ainoastaan 0 - 640 kt:n alueella. Tästäkin alueesta alkuosan käyttää itse käyttöjärjestelmä. Erilaisten muistinhallintaohjelmien avulla saadaan myös ylämuisti (640 - 1024 kt) käyttöön, jonne voidaan ladata taustaohjelmia ja ajureita vain 386/486/Pentium-mikroissa.

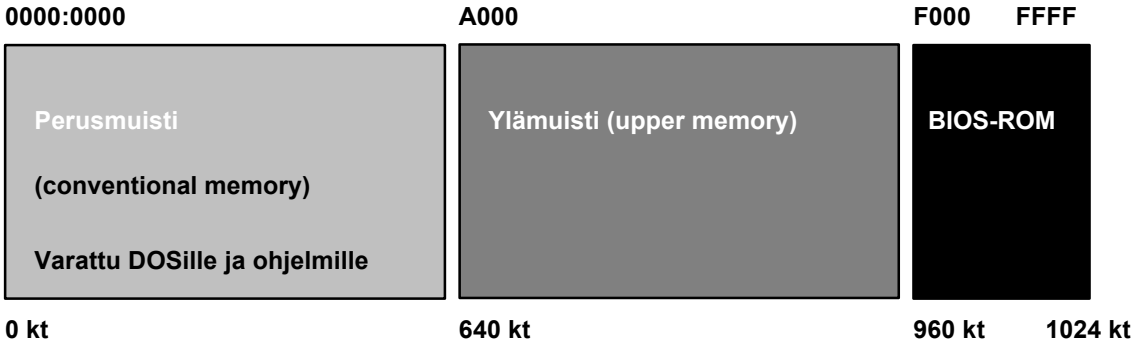
Perusmuistin ensimmäinen kilotavu kuluu BIOSin tarpeisiin. Seuraava osio 64 kilotavuun asti on DOS-käyttöjärjestelmän aluetta ja osa siitä voidaan käyttää TSR-ohjelmille (*Terminate and Stay Resident*, taustaohjelma). Tämän alueen yläpuoli 640 kilotavuun (noin 65 kt - 640 kt) asti on varattu sovellusohjelmille.

Perusmuistin rajoittuminen yhteen megatavuun johtuu siitä, että DOS on suunniteltu 8086/88-prosessorille, joka pystyy osoittamaan ainoastaan yhden megatavun muistiavaruuden. Perusmuistiksi määriteltiin aikanaan mahtavat 640 kt, joka tuntui silloin enemmän kuin riittävältä. Tuolloinhan mikrojen muistimäärät olivat suurimmillaan 64 kt.

Myöhemmin 640 kt muisti on kuitenkin osoittautunut täysin riittämättömäksi. Yhteensopivuuden vuoksi myöhäisemmätkään DOS-versiot eivät ole rikkoneet 640 kilotavun rajaa vaikka uudemmat prosessorit sen mahdollistaisivat. Tällöin menetettäisiin yhteensopivuus PC/XT-koneisiin.

640 kilotavun muistirajoitus on ollut varsin merkityksellinen. Laajemmat ohjelmat eivät enää kertakaikkiaan mahtuneet toimimaan niin pienessä määrässä, joten Windowsin kaltainen käyttöympäristö oli ainoa vaihtoehto entistä parempien ohjelmien suunnitteluun. DOSin muistirajoituksen merkitsevyys on häviämässä koska tekstipohjaisia ohjelmia ei juuri enää suunnitella. Koko DOSin merkitsevyys ja muistirajoitukset ovat häviämässä Windows 3:n, Windows 95:n, Windows NT:n ja OS/2:n myötä. Ne pystyvät hyödyntämään uudempien prosessoreiden koko muistikapasiteetin.

DOS-puolella voidaan muistikapasiteettia lisätä jatketulla tai laajennetulla muistilla prosessorityypistä ja tarkoituksesta riippuen. Kyseisistä muisteista on hyötyä, vain jos käytettävä sovellusohjelma tukee niitä. Windows-käyttöympäristö pystyy hyödyntämään kaiken vapaana olevan jatketun muistin mitä mikrosta löytyy.



Kuva: Perusmuisti on ensimmäiset 640 kilotavua ja ylämuisti alue 640-1024 kilotavua.

Ylämuisti

Ylämuisti (UMB, *Upper Memory Blocks*) sijaitsee alueella 640 - 1024 kt. Käyttöjärjestelmä rajoittaa ohjelmien pitämisen 640 kt:n alapuolella ja sen yläpuoli (384 kt) on varattu BIOS-ROMin, lisäkorttien ROM-muistien ja näytönohjaimen käyttöön.

Vasta versiosta 5 lähtien DOS-käyttöjärjestelmä on osannut hyödyntää tätä muistialuetta siten, että laiteohjaimia voidaan siirtää perusmuistista sinne jääviin vapaisiin ylämuistilohkoihin. Aikaisemmin laiteohjaimien siirto on onnistunut DOSin ulkopuolisen muistinhallintaohjelmien avulla. Laiteohjaimien siirrosta on se hyöty, että niiden perusmuistista viemä tila vapautuu sovellusohjelmien käyttöön.

DOS käyttää ylämuistia BIOS-ROM-alueena ja joidenkin oheislaitteiden ROM-alueille. Esimerkiksi VGA-näytönohjaimen ROM käyttää muistialueen 640 - 800 kt (A000-C7FF). Eri lisälaitteiden ROM-alueet varaavat ylämuistista erikokoisia paloja eri paikoista ja niiden väliin jää tällöin käyttämättömiä ylämuistimuistialueita. Näitä käyttämättömiä alueita voidaan hyödyntää siirtämällä sinne laiteohjaimia perusmuistista muistinhallintaohjelmien avulla.

Ylämuistista löytyy (järjestys saattaa vaihdella):

- Näytönohjaimen muistialue
- Joidenkin muistikorttien kehys- ja puskurimuistialueet
- Lisäkorttien ROM-muistialueet
- Ylämuistiin nostetut laiteohjaimet
- Ylämuistiin nostetut TSR-ohjelmat
- Emolevyn BIOS-ROM-muistialue

Eri näytönohjaimet käyttävät eri määrän ylämuistialuetta. Mustavalkonäyttö (MDA) käyttää 4 kt, CGA käyttää 16 kt ja EGA sekä VGA käyttävät 256 kt. EGA- ja VGA-näytönohjaimilla voidaan muistialue B000 - B100 (MDA-alue) poistaa niiden käytöstä. Toimenpide mahdollistaa kahden rinnakkaisen näytönohjaimen ja monitorin yhtaikaisen käytön joista toisen täytyy olla tekstinäyttö. Tarvittaessa voidaan käyttää esimerkiksi suuren erottelukyvyn mustavalkonäyttöä ja pienemmän resoluution värinäyttöä. Tällaista järjestelmää käytetään yleisesti julkaisujen teossa, CAD-ohjelmissa ja debuggerin käytössä. Esimerkiksi testattava ohjelma toimii värinäytössä samalla kun debuggerin informaatio näkyy MDA-näytössä.

Näytönohjaimen muistiosoite on uudemmissa ohjaimissa pienempi kuin näytönohjaimella oleva fyysinen kokonaismuisti. Muistin osoituksessa käytetään sivutustekniikkaa, joka mahdollistaa pienemmän muistimäärän käytön prosessorin muistiavaruudesta, vaikka todellisuudessa käytössä onkin enemmän muistia. Mitä suurempi muistimäärä näytönohjaimella on sitä suuremman resoluution ja värilukumäärän se mahdollistaa.

Näytönohjain	Muistiosoite	Muistia kortilla	ROM-muistia kortilla
MDA	b000-b100 (4 kt)	4 kt	ei
CGA	b800-bc00 (16 kt)	16 kt	ei
EGA	a000-bfff (128 kt)	256 kt	c000-c400
VGA	a000-bfff (128 kt)	256 kt	c000-c800

TAULUKKO. Näyttömuistin varaama tila.

VGA-näytönohjain varaa ylämuistialueelta A000-BFFF ja C000-C800 muistialueet. Näille varatuille alueille ei saa sijoittua mikään muu laiteohjain tai laitteisto jumiutuu. Jos MDA- tai CGA-näytönohjainta käytettäisiin vapautuisi alue A000-AFFF. Mitä vähemmän muistia kuluttavia lisälaitteita

mikrossa on, sitä enemmän ylämuistia on vapaana.

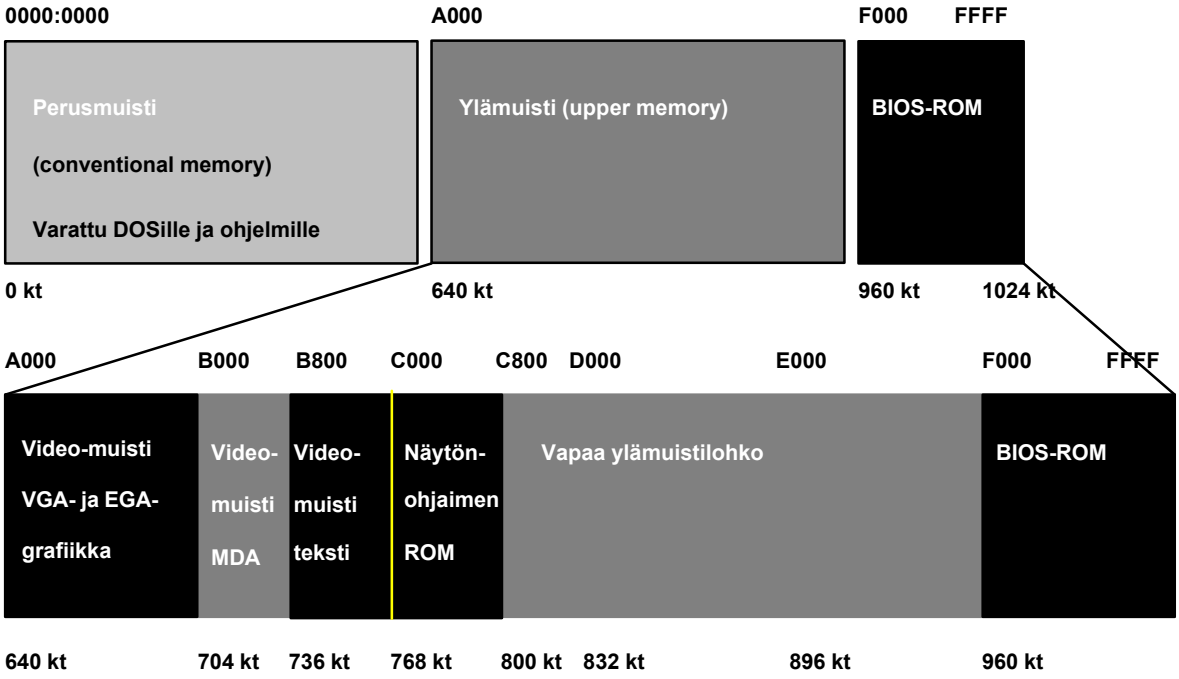
Emolevyn BIOS-ROM kuluttaa ylämuistista 128 kilotavun alueen E000-FFFF (896 - 1024 kt). (IBM PS/2) tai 64 kilotavun alueen F000-FFFF (960 -1024 kt).

Kaikissa 386- ja 486-mikroissa ylämuistialueen vapaita muistipaikkoja voidaan käyttää muistinhallintaohjelmien avulla. Jotta laiteohjaimen siirtäminen ylämuistiin onnistuu, on sieltä löydyttävä riittävän suuri yhtenäinen muistialue. Vaikka pieniä alueita olisi riittävästi, ei suuremman laiteohjaimen siirto onnistu, sillä ohjelma ei normaalisti toimi useammassa osassa.

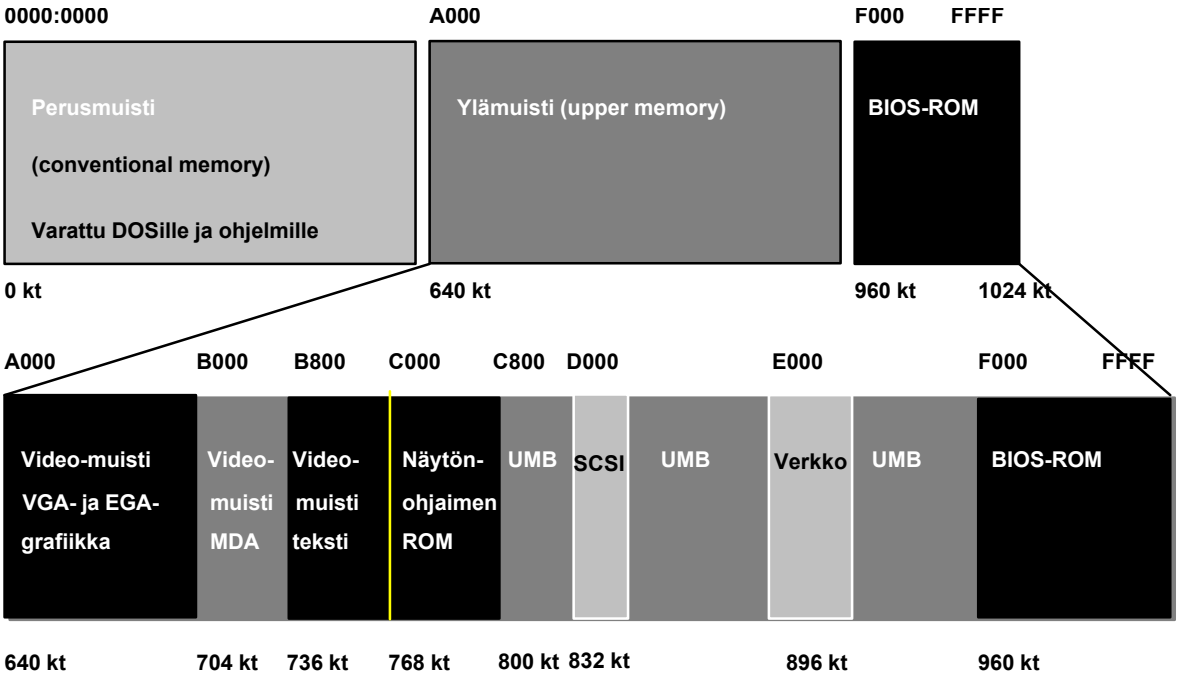
Ylämuistiin voidaan siirtää taustaohjelmia ja eri ajureita perusmuistista. Vain harvoissa AT-mikroissa voidaan toimia samoin. Esimerkiksi Chips & Neatin valmistamat emolevyt ovat tällaisia, joissa ajureiden siirto ylämuistiin onnistuu. 286-prosessori ei pysty tukemaan ylämuistialuetta, ellei emolevyä ja muistialuetta ole rakennettu sitä silmällä pitäen.

Siirtämällä ajureita ylämuistiin säästetään niiden viemä tila perusmuistista. Parhaassa tapauksessa vapaata perusmuistia voi olla jopa yli 630 kt. 640 kt on suurin mahdollinen perusmuistimäärä, joten käyttöjärjestelmä käyttää tällöin perusmuistia ainoastaan alle 10 kt.

Ylämuistialueen käyttöönotto on hyvin tärkeää esimerkiksi verkkoympäristössä, jossa verkkoajurit kuluttavat kymmeniä kilotavuja perusmuistia. Useassa tapauksessa käytettävä sovellusohjelma ei mahdu edes toimimaan, ellei verkkoajureita nosteta ylämuistiin.



Kuva: Ylämuisti sisältää ROM-muistien lisäksi vapaita muistilohkoja. Esimerkissä normaali 386/486-tason mikron ylämuisti.



Kuva: Edelliseen kuvaan lisättynä SCSI- ja verkkokortin varaamat ylämuistialueet.

HMA-muisti

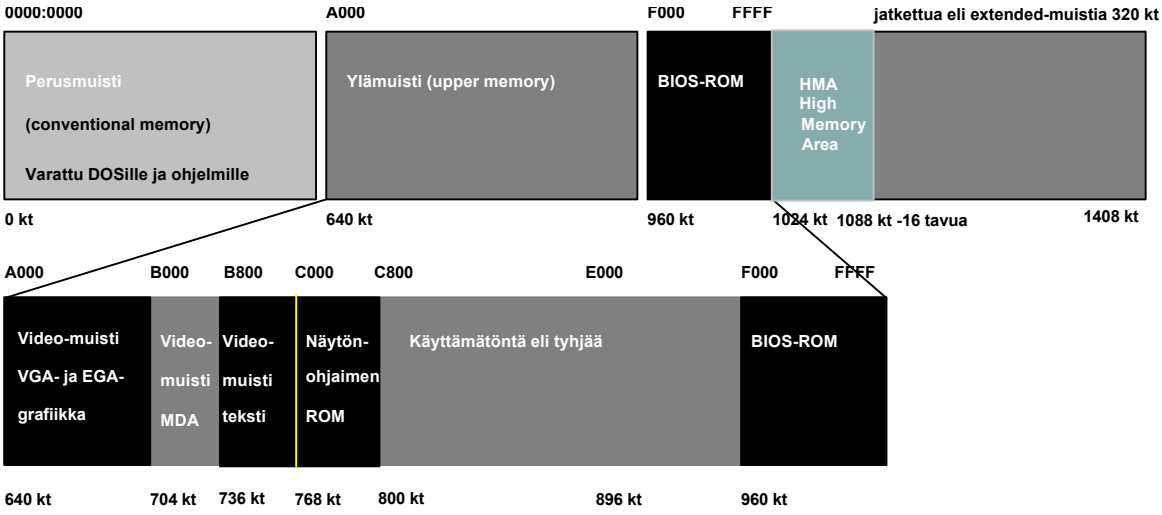
HMA-muistin (*High Memory Area*) koko on 64 kt (tarkka todellinen koko on 64 kt vähennettynä 16 tavulla) ja se sijoittuu 1024 kt:n muistikohdan jälkeen. HMA-alue sijaitsee päällekkäin jatketun muistin ensimmäisen 64 kilotavun kanssa. Jatketun muistin menetys on olematon kooltaan ja varsinkin verrattuna siihen, mikä hyöty HMA-alueesta saavutetaan.

Käyttöjärjestelmän osan siirtäminen perusmuistista HMA-alueelle vapauttaa arvokasta perusmuistia ohjelmien käyttöön. Toimenpide on sama kuin, jos ohjelman osa siirrettäisiin jatkettuun muistiin. Siirto jatkettuun muistiin ei vain onnistu, koska DOS ei pysty siirtämään osiaan yli 1024 kt:n.

HMA-alue on poikkeus, jossa prosessoria 'huijataan' teknisesti ja se pystyy käyttämään hyväksi tämän 64 kt:n muistialueen. Normaalisti perusmuistialuetta ohjataan 20 linjalla (2^{20} = 1 Mt) ja 21. linja osoittaa taas muistin alkuun. Jos mikrossa on jatkettua muistia, osoittaakin 21 linja heti 1 megatavun yläpuolelle jatketun muistin alueelle. Ensimmäinen 64 kilotavun lohko saadaan otettua käyttöön. Vaikka linjan numero on järjestyksessä 21. niin puhutaan linjasta 20, koska numerointi alkaa nollasta.

Jos HIMEM.SYS-laiteohjainta ladattaessa se ilmoittaa linjan 20 olevan käytössä, merkitsee se HMA-alueen olevan käytettävissä. HIMEM.SYS-laiteohjain käyttää jatkettua muistia XMS-standardin mukaisesti. HMA-muistialue alkaa osoitteesta FFFF eikä sitä voi olla 8086/88-mikroissa.

Muistialuetta voi käyttää vain yksi ohjelma kerrallaan. Esimerkiksi DOS 5- ja DOS 6-käyttöjärjestelmät lataavat HMA-muistiin kernel-osan, jolloin sen viemä tila noin 42 kt perusmuistista vapautuu. Alueelle ladataan myös puskurien (*Buffers*) kuluttama tila (maksimi 49 puskuria, yli menevät ladataan perusmuistiin).



Kuva: HMA-muisti on alue 1024-1088 (-16 tavua) kilotavua.

Laajennettu muisti

Laajennettu muisti (EMS, *Expanded Memory Specification*) kehitettiin rikkomaan 640 kilotavun muistirajoitus. EMS-muistityypissä käytetään sivuttavaa muistin käsittelytekniikkaa, kun taas perusmuistissa käytetään prosessorin suoria muistiosoitteita. Sivuttavaan tekniikkaan päädyttiin, koska PC/XT-mikroille piti saada lisää muistia. Suoria osoitteita ei voinut käyttää, sillä 8086/88-prosessori tuntee muistin ainoastaan yhteen megatavuun asti. Suoraa muistiosoitusta ei voi jatkaa millään tavalla yli sen rajan mihin prosessori pystyy.

EMS-muistissa käytetään siis sivutustekniikkaa, jolloin käytettävä fyysinen muistialue sijaitsee yhden megatavun alapuolella. Itse tiedot säilytetään yli megatavun menevässä muistiosassa, josta tarvittava lohko siirretään megatavun muistiosoitteen alapuolelle käytettäväksi. Yläpuolella olevaa muistia käytetään vain tietovarastona ja ainoastaan alapuolelle siirrettävä osa on sovellusohjelmien käytettävissä.

Ylämuistin alueelle luodaan 64 kilotavun sivukehys (*Page Frame*), joka sisältää neljä kappaletta 16 kilotavun muistisivua. Yli 1 Mt alueelle sijoitetaan useita 16 kt lohkoja niin paljon kuin EMS-muistia on käytettävissä. Kun EMS-muistin sivukehys on perusmuistialueella, voidaan muistitekniikkaa käyttää myös 8086/88-prosessorin kanssa.

Aina kun tietoa tarvitaan EMS-muistista, ladataan haluttua tietoa sisältävä lohko sivukehykseen. Uusi lohko kopioidaan sivukehyksen vähiten tärke-

än lohkon päälle. Koska lohko on sijoitettava sivukehyksessä jonkin edellisen lohkon päälle, on ennen latausta tarkistettava, ovatko lohkon tiedot muuttuneet. Jos lohkon sisältämä tieto on muuttunut, kopioidaan lohko EMS-muistialueelle sen omaan paikkaan ennen uuden lohkon kopioimista sivukehykseen. Jos tieto ei ole muuttunut, kopioidaan uusi lohko suoraan edellisen päälle, jolloin säästetään aikaa. Sovellusohjelmat hoitavat itse tarvittavat muistisiirrot käyttäjän tarvitsematta puuttua asiaan.

Kun EMS-muistin tietoa luetaan tai siihen kirjoitetaan on lohkon sijaittava ensimmäisen megatavun alueella. Sivukehyksen ja EMS-muistin lohkojen välillä tapahtuu paljon tietojen siirtoa. Tekniikka on paljon hitaampi kuin suora muistiosoitus (perusmuisti ja jatkettu muisti), jossa minkäänlaisia tietojen siirtoja ei tarvita. Lisäksi EMS-sivukehys sekä ohjausohjelma kuluttavat ylä- tai perusmuistia.

Sivukehys sijoitetaan 8086/88- ja useimmissa 80286-mikroissa perusmuistiin eli 640 kt:n alapuolelle. Perusmuistia kuluu täten yli 64 kt, mikä on aika merkittävä määrä. 386-, 386SX-, 486- ja uudemmissa mikroissa sivukehys sijoitetaan ylämuistiin eikä perusmuistia kulu. Lisäksi nämä prosessorit mahdollistavat huomattavasti nopeamman EMS-muistiohjauksen. EMS-muistin simulointi on sisällytetty prosessoriin, joten toiminta on nopeaa ja maksimi EMS-muistimäärä on 4 Gt. Muissa mikroissa EMS-muistin suurin määrä on 32 Mt.

386- ja 486-mikroissa EMS-muistin emulointi hoidetaan ohjelmallisesti. Käytetyimmät ohjelmat ovat DOS 5 ja 6 EMM386 sekä kaupalliset 386MAX ja QEMM386. Compaqin mikrot käyttävät Compaqin omaa CEMM-ohjelmaa.

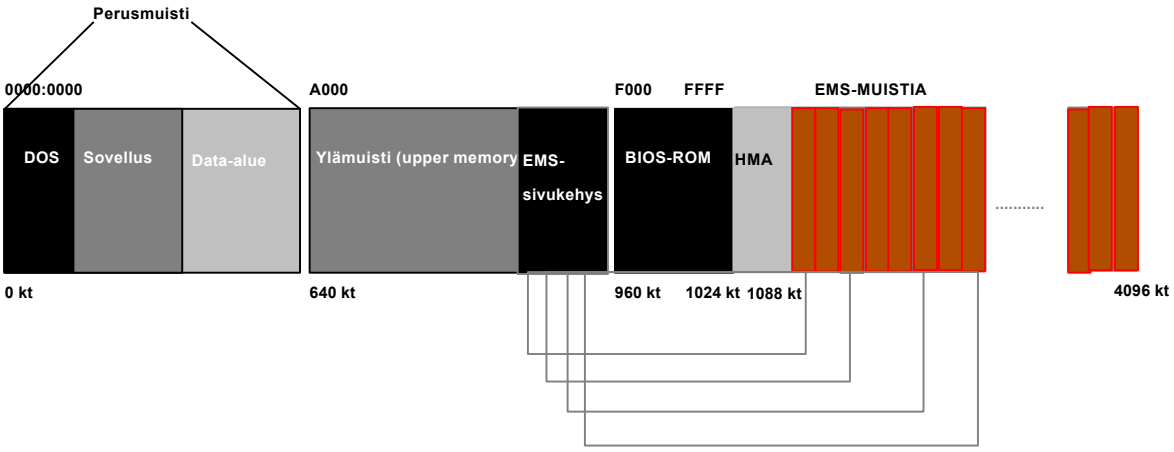
EMM (*Expanded Memory Manager*) hoitaa muistinkäsittelyn laajennetun muistin ja perusmuistin välillä. Se varmistaa muun muassa, jos tietoa on muutettu sivukehyksessä, se kirjoitetaan myös EMS-muistin vastaavaan lohkoon.

EMS-muistikorttien avulla sivukehys saadaan sijoitettua kaikissa mikroissa prosessorista riippumatta 640 - 1024 kt väliin. Perusmuistia säästyy ja EMS-muisti on nopeaa. Haittapuolena on hinta, sillä EMS-muistikortti on suhteellisen kallis.

AST on kehittänyt aikanaan EMSiä paremman muistinhallintastandardin, joka kulkee nimellä EEMS (*Enhanced Expanded Memory Standard*). Se tukee täysin ohjelmia, jotka on suunniteltu käyttämään EMSiä. Täysi EEMS:n hyöty saadaan kuitenkin vasta, kun sovellusohjelma tukee sitä ja käyttää sen kehittyneempiä ominaisuuksia. EEMS on huomattavasti

harvinaisempi kuin EMS eikä sen käytöllä ole loppujen lopuksi paljon eroa EMS-muistiin.

Uusin EMS versio on 4.0, mutta silti eräät yleisetkin ohjelmat kuten WordPerfect 5.1 DOS käyttää ainoastaan EMS 3.2 -versiota. WordPerfect ei tällöin pysty hyödyntämään uudemman EMS 4.0:n tarjoamia muisti-mahdollisuuksia. EMS-muisti on menettämässä merkitystään, koska Windows 3 ja OS/2 käyttävät jatkettua muistia. Ainoastaan DOS-pohjaiset ohjelmat muun muassa jotkut tietokanta- ja taulukkolaskentasovellukset vaativat EMS-muistia.



Kuva: EMS-muistia käsitellään ylämuistissa sijaitsevan sivukehyksen kautta.

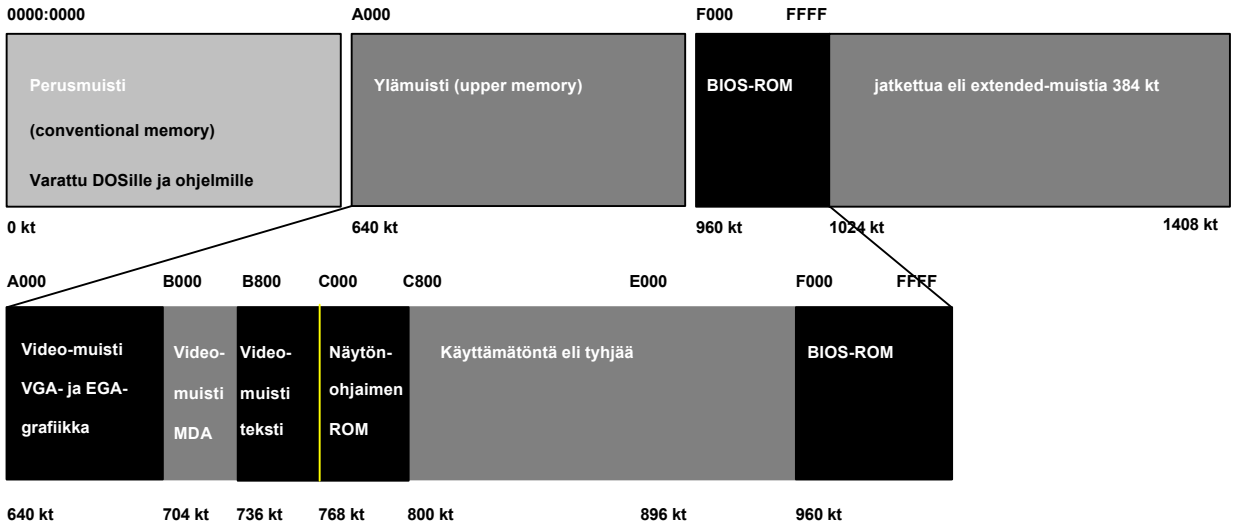
Jatkettu muisti

Jatkettu muisti on 1024 kilotavun yli menevä muistiosa. Jatkettua muistia käytetään 80286-, 80386/SX- ja 80486- ja uudemmissa prosessoreissa. 8086/88-prosessorin maksimimuisti on 1024 kt, joten siinä voidaan käyttää muistin laajentamiseen vain laajennettua muistia.

Jatkettu muisti, jota käytetään suojatussa tilassa (*Protected Mode*), tulee ylämuistin jatkoksi ja toimii vastaavalla tavalla suorilla muistiosoitteilla. Tätä muistityyppiä tukemaan on kehitetty eri muistinhallintastandardeja, esimerkiksi XMS. Standardi on sitä varten, että kaikki sovellusohjelmat noudattaisivat samoja sääntöjä ja toimisivat siten virheettömästi yhtaikaa.

Jatkettu muisti ei ole hidasta kuten EMS-muisti vaan lähes yhtä nopeaa kuin perusmuisti. Jokaisella muistipaikalla on omat osoitteet, joten mitään muistilohkojen siirtoa ei tarvita, kuten EMS-muistin käytössä on välttämätöntä. 80286- ja uudemmat prosessorit voivat käyttää jatkettua muistia siirryttyään suojattuun tilaan. Suojattua tilaa käyttävät esimerkiksi Windows 3.1, Windows 95, Windows NT ja OS/2 2.0, eikä mikään näistä toimi real-tilassa.

Jatketun muistin ylärajan määrää prosessorin osoiteväylän leveys. AT:n ja 386SX:n maksimimuisti on 16 Mt ja 386/486:n maksimimuisti on 4096 Mt. Käytännössä 4096 Mt on niin suuri muistimäärä ettei se raja tule täyttymään lähiaikoina. Esimerkiksi 32 Mt ja 64 Mt keskusmuistikoot ovat jo varsin riittäviä useimpiin mikron käyttötarkoituksiin.



Kuva: Jatkettu muisti alkaa osoitteesta 1024 kilotavua. Normaalisti kuitenkin sen ensimmäiset 64 kilotavua käytetään HMA-muistina.

Hallintaprotokollat

LIM EMS (*Lotus, Intel, Microsoft Expanded Memory Specification*) on kuvattu tarkemmin luvussa Laajennettu muisti.

XMS:n (*eXtended Memory Specification*) on kehittänyt AST, Intel, Lotus ja Microsoft. Sen avulla ohjelmia ja tiedostoja voidaan käyttää jatketussa muistissa. XMS määrittelee ylämuistialueen, HMA-alueen ja jatketun muistin käytön säännöt. XMS-hallintaohjelma DOSissa on monelle tuttu HIMEM.SYS.

VCPI (*Phar-Lap/Quarterdeck Virtual Control Program Interface*) luo säännöt jatketun muistin käytölle, jotta useat ohjelmat toimisivat yhtä aikaa. Ilman yhteisiä sääntöjä eri ohjelmien muistialueet saattaisivat mennä ristiin ja kone jumiutuisi.

Jokainen VCPI-ohjelma sisältää 386-hallintaohjelman. Ensimmäinen ladattu VCPI-ohjelma ottaa vastuun seuraavista VCPI-ohjelmista. Se toimii ikäänkuin muistin hallintaohjelmana.

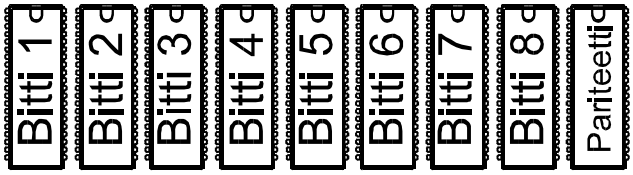
DPMI (*Dos Protected Mode Interface*) on Windows 3.0:aan Microsoftin suunnittelema edellistä VCPI:tä vastaava protokolla.

Muistin muodostuminen

PC/XT-mikroissa muisti on tietokoneen emolevyllä kahdeksan yksi-bittisen muistipiirin ryhmissä ja yhtä tällaista ryhmää kutsutaan pankiksi. Kahdeksan bittiä muodostaa tavun. Pankissa voi olla myös pariteettitarkastus, jolloin jokaisen pankin muodostaa yksi 9 piirin ryhmä. Yhden pankin 8 piiriä on varsinaisia muistipiirejä ja yhdeksäs on pariteetin tarkistuspiiri. Suuntaus on pariteettipiirien poisjättämiselle, sillä silloin jokaisessa pankissa on yksi piiri vähemmän. Mikron muisti saadaan siten edullisemmaksi. Lähes kaikki uudet mikrot käyttävät pariteettipiirittömiä muisteja.

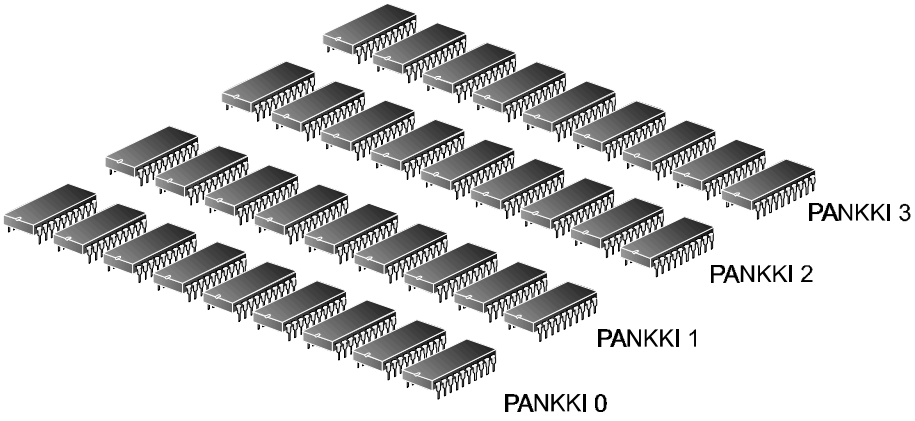
Pariteettipiiriä käytetään tarkastamaan, että tiedot pysyvät muistipiireillä oikeina. Jos tarkistussumma ei täsmää, on jokin tieto muistipiireillä muuttunut esimerkiksi sähköisestä häiriöstä johtuen. Tällöin sovellusohjelma pystyy varoittamaan pariteettivirheestä eikä väärää tietoa pääse huomaamatta eteenpäin.

Pariteettivirheen seurauksena on kuitenkin useimmiten ohjelman kaatuminen, jolloin myös käsiteltävä tieto menetetään. Jos mikrossa ei käytetä pariteettipiiriä, kaatuu mikro virheen johdosta samalla tavalla kuin pariteettitarkastusta käytettäessäkin. Ainoa ero on pariteettivirheilmoitus, jos pariteettitarkastusta käytetään.



Kuva: Yhdeksäs piiri sisältää pariteettitarkistuksen.

Tietoväylän leveys on sama kuin pankin koko. PC/XT-mikroissa tietoväylän leveys on 8 bittiä eli 8 kappaletta yksibittisiä piirejä muodostaa pankin. Yhdeksäs piiri on pariteettitarkastuspiiri eikä se vaikuta väylän leveyteen. Tietoväylän leveys on siis 8 bittiä. Tietoväylän leveys on prosessorin määräämä, joten pankin koko on riippuvainen prosessorin tyypistä.



Kuva: PC-mikron muistipankit.

AT- ja 386SX-mikroissa pankin muodostaa 2 piiririviä (18 piiriä). Pankkiin tarvitaan kaksinkertainen määrä piirejä, koska väylän leveyskin on kaksinkertainen eli 16 bittiä.

386- ja 486-mikroissa väylän leveys on 32 bittiä, joten pankin muodostaa 4 piiririviä (36 piiriä). Uudemmissa 486-mikroissa käytetään 36-bittisiä SIMM-muisteja, joten muistia voidaan laajentaa yksi SIMM-kampa kerrallaan. Yksittäisiä piirejä ei tarvitse käyttää.

Pentium-mikron väylän leveys on 64 bittiä, joten 36-bittisiä SIMM-kampoja on laitettava kaksi kerrallaan.

Seuraavassa taulukossa muistin muodostuminen on kuvattu pienimmällä mahdollisella muistimäärällä, kun käytetään 1 Mt ja 4 Mt muistikampoja. Suluissa oleva arvo on muisteista muodostuva kokonaismuistimäärä.

Prosessori	Tietoväylän leveys (bittiä)	Pankin muodostamiseen tarvitaan 1 Mt SIMMejä (8-bit)	Pankin muodostamiseen tarvitaan 4 Mt SIMMejä (32-bit)
8086/8088	8	1 (1 Mt)	-
80286	16	2 (2 Mt)	-
80386	32	4 (4 Mt)	1 (4 Mt)
80486	32	4 (4 Mt)	1 (4 Mt)
Pentium	64	8 (8 Mt)	2 (8 Mt)

Prosessori pystyy käyttämään muistia osoitteiden avulla. Jokaisella muistipaikalla on oma osoite, jonka avulla tietoa voidaan tallettaa tiettyyn paikkaan ja myös lukea se sieltä. 8086-prosessori mahdollistaa 1024 kt osoiteavaruuden eli 1 048 576 eri osoitteellista muistipaikkaa. Jokaiseen muistipaikkaan voidaan tallettaa yksi bitti eli 0 tai 1.

Muistin määrän laskeminen

Tietoa liikutetaan tietokoneessa pienimmillään 8-bitin ryhmissä (tavu), joten se on muistin perusyksikkö.

Jos muistin rakentamiseen käytetään yksi bittisiä piirejä, niin tällöin pitää laskea, kuinka monta kahdeksan piirin ryhmää löytyy (pariteetillisessa muistissa yhdeksän piirin ryhmää). Jos yhden megatavun piirejä on neljä ryhmää eli riviä, on kokonaismuistin määrä neljä megatavua.

Muistin määrä lasketaan kahdeksan tai yhdeksän bitin ryhmien kerrannaisina yksikköinä. Yksiköiden lukumäärä kerrotaan ryhmän sisältämällä muistimäärällä. Jos yhdessä ryhmässä on kahdeksan kappaletta yksibittisiä yhden megatavun piirejä, muodostuu ryhmän kooksi yksi megatavu. Jos ryhmiä on kaikenkaikkiaan neljä, on mikrossa neljä megatavua muistia.

Muistipiirin päällä on koodi, joka ilmoittaa sen tyypin ja koon. Yleensä ensimmäinen numero vaihtelee riippuen piirin valmistajasta. Yleisimmät numerot ovat 2, 4 ja 5. Seuraava numero ilmoittaa, monikobittinen piiri on. Loppuosa ennen viivaa ilmoittaa kilobittimäärän ja viivan jälkeinen numero piirin nopeuden.

Muistin koodausta ei ole mitenkään standardoitu, joten piirejä voi löytää hyvinkin erilailla koodattuina. Joistakin piireistä ei kooditunnusta lukemalla pystytä sanomaan, minkä kokoinen se on. Paras tapa ratkaista tietyn muistipiirin oikea tyyppi on katsoa se piirivalmistajan käsikirjasta.

Seuraavana on muutama esimerkki yleisimpien piirien koodeista sekä niiden koot.

4164	64 * 1 bitti = 64 kb (kilobittiä)
4464	64 * 4 bittiä = 256 kb
41128	128 * 1 bitti = 128 kb
44128	128 * 4 bittiä = 512 kb
41256	256 * 1 bitti = 256 kb
44256	256 * 4 bittiä = 1024 kb
41000	1024 * 1 bitti = 1024 kb
44000	1024 * 4 bittiä = 4096 kb

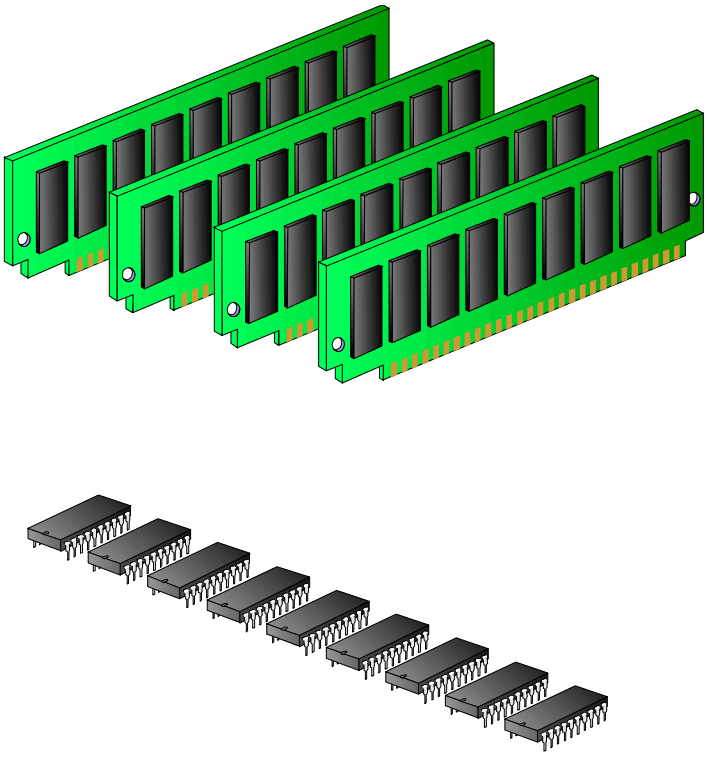
Huomaa, että tavun muodostamiseen vaaditaan 8 piiriä. Esimerkiksi kahdeksan kappaletta 1024 kilobitin piirejä muodostaa muistia 1024 kilotavua.

Seuraavan on tarkasteltu lähemmin kolmea koodia.

'41256-8'	1 = 1 bittinen (1-bittinen piiri) 256 = koko (256 kt) 8 = nopeus (80 ns)
'41000-6'	1 = 1 bittinen 000 = 1024 kt 6 = 60 ns
'44256-1'	4 = 4 bittinen 256 = 256 kt (4 bittiä * 256 kt = 1024 kt) 1 = 100 ns

Muistipiireistä, samoin kuin muista mikropiireistä, löytyy yleensä nelinumeroinen luku, joka ilmoittaa piirin valmistusviikon ja -vuoden. Ensimmäiset kaksi numeroa ilmoittavat vuosiluvun ja seuraavat kaksi viikon.

'8823' Muistipiiri on tehty vuonna 1988 viikolla 23.
'9507' Muistipiiri on tehty vuonna 1995 viikolla 7.



Kuva: SIMM-muistikampoja ja DIP-muistipiirejä.

Ylemmässä kuvassa on neljä 9-piiristä ja 9-bittistä SIMM-kampaa. 486-mikrossa ne muodostavat yhden pankin ja 386-mikrossa kaksi pankkia. Muistimäärä on molemmissa tapauksissa sama.

Alemmassa kuvassa on PC/XT-mikron yksi muistipankki toteutettuna yhdeksällä 1-bittisellä DIP-piirillä.

Muistin nopeus

Muistin nopeus eli tiedon saantiaika *(Access Time)* ilmaistaan nanosekunteina (ns). Esimerkiksi 80 nanosekunnin muistipiiri pystyy antamaan tietoa prosessorille 80 nanosekunnissa. Mitä pienemmässä ajassa muistipiiri pystyy palvelemaan prosessoria, sitä nopeampi se on. Esimerkiksi 60 ns muistipiiri on huomattavasti nopeampi kuin 100 ns muistipiiri.

Nopeuden laskuesimerkki

Seuraava esimerkki on FPM-muistin käytöstä 386-mikrossa.

Muistin pitää vastata prosessorin muistikyselyyn kahdessa kellojaksossa. Yhden kellojakson pituus lasketaan mikron kellotaajuudesta seuraavasti:

16 MHz 386SX-mikron kellojakson pituus on 1/16 000 000 = 62,5 ns (nanosekuntia)

Laskutoimituksen mukaan saadaan kahden kellojakson pituudeksi 125 ns, jossa ajassa muistin pitää vastata prosessorille. 62,5 ns lisäksi aikaa kuluu muistin virkistykseen, joka on noin neljä viidesosaa hakuajasta:

62,5 ns + 50 ns = 112,5 ns
Kellojakson pituus + virkistysaika = muistin lukuaika

Muistipiirien nopeuden olisi siis oltava alle 112,5 ns. Esimerkiksi 100 ns muistipiirit olisivat riittävän nopeita kyseiseen mikroon. Jos jouduttaisiin käyttämään 120 ns muistipiirejä, olisi lisättävä yksi odotustila, käytettävä välimuistia tai muistin nopeutustekniikoita, koska muuten muistinluku ei onnistuisi riittävän nopeasti. Eri tekniikoista on enemmän seuraavissa luvuissa.

Pentium- ja sitä uudemmissa mikroissa muistin nopeuden laskeminen ei ole näin yksinkertaista. Niissä nopeuteen vaikuttaa erilaiset muistipiiriratkaisut ja suuret välimuistit. Pentium- ja Pentium Pro -mikroissa muistien nopeudet ovat yleensä 60 tai 70 ns vaikka kellotaajuudet vaihtelevat välillä 60 - 233 MHz. Nopeissa Pentium II -mikroissa muistin nopeusvaatimus saattaa olla 50 ns.

Odotustila

Odotustilalla (WS, *Wait State*) on suuri merkitys muistinkäsittelyssä. Jos muisti on niin hidas, että prosessori joutuu odottamaan tietoa sieltä, lisätään muistin lukuun odotustiloja tarvittava määrä. Odotustilat ovat kellojaksoja, jolloin prosessori käy ikäänkuin tyhjäkäynnillä odottaessaan tietoa muistista.

Vanhemmissa mikroissa suuri määrä odotustiloja oli hyvin tavallista. Niitä oli keskimäärin yhdestä neljään. Jokainen odotustila pudottaa mikron suorituskykyä merkittävästi. Esimerkiksi 16 MHz 386-mikrossa yksi odotustila pudottaa tietojenkäsittelykapasiteettia 33%. Käskyn suorittamiseen käytetään kaksi kellojaksoa ja joka kolmannen käskyn ajan vain odotetaan. Näissä mikroissa odotustilojen määrä oli vakio ja sen myös huomasi suorituskyvyssä.

Odotustilat ovat välttämättömiä, koska riittävän nopeat muistit olisivat liian kalliita. Optimaaliseen suorituskykyyn ei siis päästä. Jotta odotustilojen määrää voitaisiin minimoida, on kehitetty eri muistinkäsittelytekniikoita. Nämä pienentävät odotustilat lähes nollaan, mutta eivät täysin poista niitä. Odotustilojen käyttö lähestyy sitä enemmän kohti nollaa, mitä tehokkaampaa muistinkäsittely on.

Pentium- ja sitä uudemmissa mikroissa odotustilojen käyttö on automaattista. Jos tietoa ei löydy esimerkiksi välimuistista, joudutaan odotustila silloin lisäämään. Seuraava muistihaku saattaa tapahtuakin jo ilman odotustiloja. Odotustilojen määrä vaihtelee tilanteen mukaan. Ja kun mikrot ovat erittäin nopeita yksi odotustila silloin tällöin ei huononna merkittävästi suorituskykyä.

Muisti on liian hidasta

Muistipiirien kehitys on prosessorien kehityksestä sen verran jäljessä, ettei pystytä rakentamaan sellaista mikroa, jossa nopea prosessori saisi heti tarvitsemansa tiedot kohtuuhinnalla. Kun riittävän nopea muisti on kehitetty valmiiksi, on prosessorien nopeudet kiihtyneet taas aivan omiin lukuihinsa.

Muistien nopeus jää suhteellisesti koko ajan jälkeen prosessoreiden vauhdista. Ongelmaan saatu hieman helpotusta prosessoreilla, jotka toimivat sisäisesti suuremmalla kellotaajuudella kuin ulkoisesti. Tällöin muistia käsitellään tuolla hitaammalla kellotaajuudella ja muistirakenne voidaan

toteuttaa edullisemmin nopeuden kärsimättä.

Tämän ongelman ratkaisemiseksi on kehitetty eri muistitekniikoita, jotta hitaammat muistipiirit saataisiin toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. Tällaisia tekniikoita ovat esimerkiksi seuraavanlaiset muistipiirit

- PageMode
- StaticColumn
- EDO
- SDRAM

Lisäksi muistin lomitustekniikalla ja välimuistilla vaikutetaan muistin suorituskykyyn. Näiden avulla päästään lähes ilman odotustiloja tapahtuvaan tiedonkäsittelyyn kohtuuhintaisilla muistipiireillä.

Muistinkäsittelytekniikat ja muistipiirien käyttö ovat suunniteltuja kiinteästi emolevylle, eikä niitä siten ole mahdollista myöhemmin muuttaa. Osa emolevyistä käyttävät jotakin näistä tai useampaa yhtaikaa.

Minkälaisia muisteja tahansa ei voi emolevylle asentaa. Jos emolevy ei tue esimerkiksi EDO-muistia, et voi käyttää sitä. Tarkista ennen muistin ostoa, mitä muisteja mikrossasi on mahdollista käyttää.

Lomitettu muisti

Lomitettu muisti (*Interleaved Memory*) jakaa muistin kahteen lohkoon. Kun tietoa luetaan ensimmäisestä lohkosta, voidaan toista lohkoa virkistää samalla. Luvun tapahduttua on lohko kaksi valmiina luettavaksi ja lohkoa yksi voidaan virkistää. Lukuoperaatio on hyvin nopea, jos tietoa luetaan vuorotellen molemmista lohkoista. Jos seuraava luettava tieto on samassa lohkossa kuin edellinen, tarvitaan siihen normaali luku- ja virkistysjakso.

Jotta lukuoperaatiot vuorottaisista lohkoista voidaan maksimoida, pitää tietojen kirjautua vuorottaisiin lohkoihin. Emolevyn muistinhallintatekniikka pitää huolen siitä, että peräkkäiset tiedot kirjautuvat vuorotellen eri lohkoihin. Luku tapahtuu myös vastaavasti vuorotellen. Muisti jaetaan yleisimmin kahteen lohkoon, mutta se voidaan jakaa myös neljään lohkoon. Mitä enemmän lohkoja on, sitä vähemmän tulee tilanteita, joissa joudutaan lukemaan samasta lohkosta.

Lomitettu muisti ei vaadi erikoispiirejä kuten PageMode- ja StaticColumn-tekniikat. Mutta näitä tekniikoita voidaan yhdistää, jolloin saavutetaan mahdollisimman optimaalinen muistinluku ilman odotustiloja.

Muistipiirit

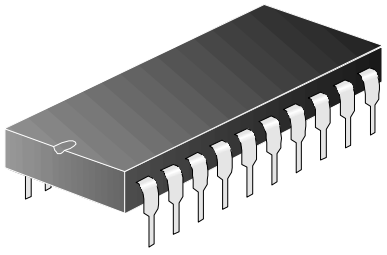
Muistipiiri *(Memory Chip)* on toteutettu tietyllä tekniikalla ja nämä muistipiirit voidaan pakata erilaisiin koteloihin. Muistipiirien pakkaustapoja ovat muun muassa DIP, SIP ja ZIP.

Yleisimmät muistipiirit mikrojen historiassa ovat yksibittisiä DRAM-muistipiirejä, jotka on pakattu DIP-piirikoteloon. Tällä hetkellä muistimodulit ovat syrjäyttäneet täysin yksittäiset muistipiirit mikron keskusmuistia rakennettaessa. DIP-piirejä käytetään enää lähinnä vain näytönohjainten muisteissa.

DIP

DIP-muistipiiri (*Dual In-Line Plastic* tai *Dual In-Line Package*) on se perinteisen näköinen suorakulmainen musta muovilaatikko, jonka pitkiltä sivuilta lähtee rivi hopean värisiä jalkoja.

DIP-koteloon pakataan monenlaisia muistityyppejä. Usein nämä piirit sitten asennetaan pienelle lisäkortille, jolloin muodostettava muistimäärä on niiden yhteenlaskettu summa (esimerkiksi SIMM).

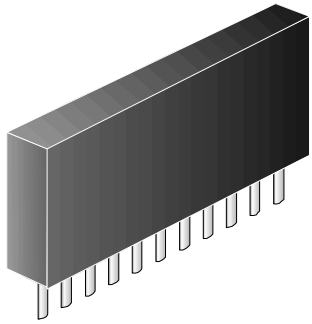


Kuva: DIP-muistipiiri.

256 kt DRAM DIP-piirissä on 16 jalkaa ja 1 megatavun piirissä on 18 jalkaa. Joihinkin vanhempiin emolevyihin voidaan asentaa vaihtoehtoisesti kumpi tahansa piirityyppi. 1 megatavun piirin lisäjaloille on ylimääräiset kolot, joten samoihin kantoihin voidaan asentaa kumpi piirikoko tahansa.

SIP

SIP-muistipiirissä *(Single In-Line Pin)* kaikki jalat ovat yhdellä pitkällä sivulla. Kontaktijalat kulkevat yhdensuuntaisessa linjassa peräkkäin koko piirin matkan. SIP-piiri asennetaan ikäänkuin kyljelleen, jonka ansiosta leveyssuunnassa kuluu vähemmän tilaa.

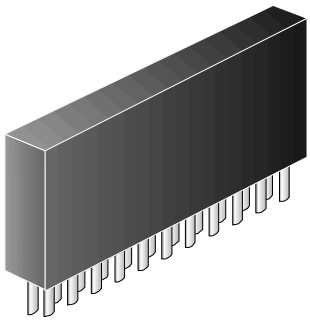


Kuva: SIP-muistipiiri.

ZIP

ZIP-muistipiiri *(Zig Zag In-Line Pin)* eli ZigZag-piiri muistuttaa SIP-piiriä, mutta jalat kulkevat sik-sak-muodossa lomittain, josta piirin nimikin on peräisin.

ZigZag-piirit ovat harvinaisempia ja tästä syystä myös kalliimpia. Niitä esiintyy vanhemmissa mikroissa ja joissakin näytönohjaimissa näyttömuistina.



Kuva: ZIP-muistipiiri.

Muistimoduulit

Pakkaamalla yksittäiset piirit suurempina kokonaisuuksina moduuleiksi, helpotetaan muistin asennusta, koska yksittäisiä piirejä ei tarvitse asentaa. Muistimoduuleita *(Memory Module)* kutsutaan myös kammoiksi, esimerkiksi SIMM-muistikampa. Moduuleita käyttämällä selvitään siis suurempien muistimäärien asennuksesta muutaman muistimoduulin asennuksella.

Muistimoduuleita ovat muun muassa SIMM, DIMM ja SIPP. Huomaa, että esimerkiksi SIMM-kampoja löytyy erilaisia, jotka ovat keskenään yhteensopimattomia. Niiden ulkoinen tai sisäinen rakenne vaihtelee.

Yleisin muistinlaajennustyyppi on tällä hetkellä SIMM-muistikampa. Itse asiassa SIMM-kammat ovat kuin piirilevyjä, joissa on useita DIP-muistipiirejä (yhdeksäs on pariteettibitti). Huomaa, että DIP-piirejä käytetään edelleen esimerkiksi näytönohjaimissa, joissa asennettavien piirien määrä on hyvin pieni.

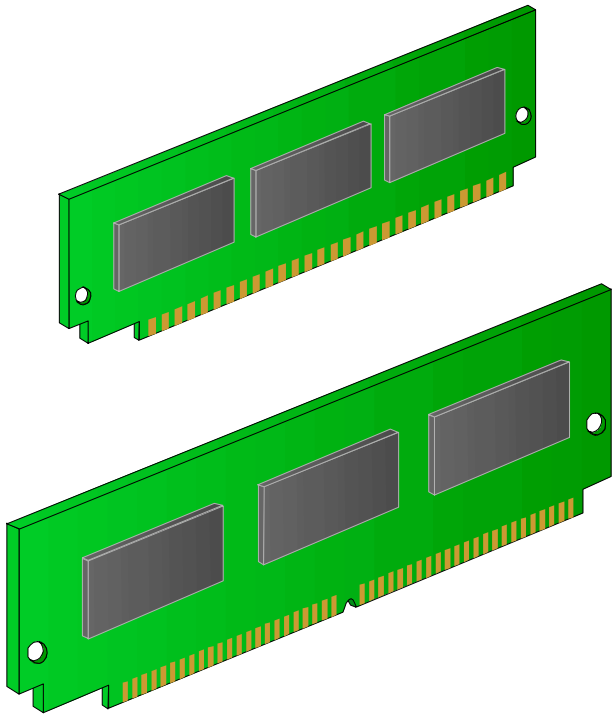
SIMM-kampoja käyttämällä säästetään huomattavasti tilaa emolevyllä. Lisäksi muistin asentaminen ja laajentaminen on helpompaa verrattuna työlääseen yksittäisten DIP-piirien asentamiseen. SIMM-kampoja on kuitenkin erilaisia, jotka eivät ole vaihtokelpoisia keskenään.

SIPP-moduulit ovat vanhempia ja siten harvinaisempia. DIMM-moduulit tulevat käyttöön Pentium-mikrojen myötä ja yleistyvät siten pikku hiljaa. Niillä pystytään toteuttamaan Pentiumin yhden muistipankin täyttäminen yhdellä DIMM-moduulilla.

Muistimoduulien kannat ovat yleensä valmistettu tinaseoksesta, mutta myös kullattuja versiota on olemassa. On syytä käyttää samaa metallia sisältävää muistimoduulia, kuin mitä muistin kiinnityskannassakin on. Jos esimerkiksi kiinnityskannan kosketuspinnat ovat tinaa ja muistimoduulin kannat kultaa, seuraa hapettumisreaktio. Kantojen väliin muodostuu eristävä oksidikerros, joka huonontaa virran kulkua. Seurauksena on muistihäiriöitä ja mikron jumiutumisia.

SIMM

SIMM-piirikammat (*Single In-Line Memory Module*) ovat tällä hetkellä yleisin muistiratkaisu. SIMM-kampa muistuttaa pientä laajennuskorttia. SIMM-kamman muistipiirien määrä ja kantaosan kosketusjalkojen (pinnien) määrät vaihtelevat SIMM-tyypistä riippuen.



Kuva: Ylimpänä on 30-pinninen SIMM ja alempana 72-pinninen SIMM.

Yleisimmät SIMMit voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

30-pinniset
- 9-bittinen, 9-piirinen (pariteettitarkastus)
- 9-bittinen, 3-piirinen (pariteettitarkastus)
- 8-bittinen, 8-piirinen
- 8-bittinen, 2-piirinen

72-pinniset
- 36-bittinen, (pariteettitarkastus)
- 32-bittinen

30- ja 72-pinniset SIMM-muistimoduulit eroavat toisistaan ulkomuodon ja bittisyyden perusteella. 72-pinnisissä moduuleissa on lisäksi tunnistuskontaktinastat, joiden avulla emolevy pystyy tunnistamaan muistimoduulin koon, tyypin ja nopeuden.

30-pinnisissä SIMM-kammoissa on usein myös piirien määrällä merkitystä. Periaatteessa 3- ja 9-piirinen SIMM ovat samanlaisia, kuten myös 2- ja 8-piirinen. Joissakin mikroissa 2- tai 3-piiriset SIMMit eivät toimi, kun taas 8- tai 9-piiriset SIMMit toimivat. Ne ovat muistirakenteeltaan kyllä samanlaisia, mutta toteutuksesta johtuen esimerkiksi erikokoiset kondensaattorit eivät olekaan välttämättä sopivia emolevylle. On suositeltavaa käyttää mikrossa vain jompaa kumpaa mallia, ei molempia malleja yhtä aikaa, varsinkaan samassa pankissa.

Piirien määrät vaihtelevat myös 72-pinnisissä SIMM-kammoissa, joita kutsutaan myös Jedec-moduuleiksi. Määrään vaikuttaa se minkälaisia piirejä käytetään ja kuinka paljon muistia SIMM-kammassa on. Näissä SIMMeissä toleranssiarvot ovat kuitenkin pienempiä ja erityyppisten SIMMien käytössä on harvoin ongelmia.

Yleisimmät SIMM-kampojen koot ovat tällä hetkellä 1, 4, 8, 16 ja 32 Mt. Huomaa, että vääräntyyppinen muisti ei sovi emolevylle tai se ei toimi.

72-pinnisissä SIMMeissä on jo 32 bittiä valmiina, jolloin 386- ja 486-mikroon voidaan asentaa niitä yksi kerrallaan. Koko pankki täyttyy yhdestä SIMMistä. Huomaa, että Pentium tarvitsee 64-bittisenä kaksi kappaletta 32-bittisiä SIMMejä. PC/XT-, AT- ja 386SX-mikroihin eivät 72-pinniset SIMMit käy.

Seuraavissa taulukoissa on SIMM-moduulien muistimäärä, niiden bittisyysrakenne ja moduulissa olevien muistipiirien tyypilliset koot. Taulukossa on erikseen pariteetillinen ja pariteetiton ratkaisu.

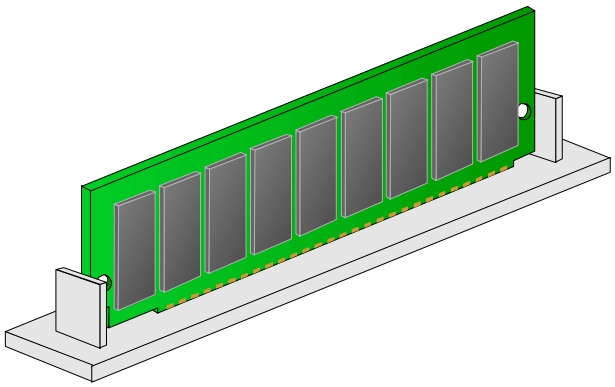
30-pinninen	**SIMM**	
Koko	**Pariteetillinen**	**Pariteetiton**
256 kt	256 k * 9	256 k * 8
1 Mt	1 M * 9	1 M * 8
4 Mt	4 M * 9	4 M * 8
16 Mt	16 M * 9	16 M * 8

5. Muisti

72-pinninen SIMM		
Koko	**Pariteetillinen**	**Pariteetiton**
1 Mt	256 k * 36	256 k * 32
2 Mt	512 k * 36	512 k * 32
4 Mt	1 M * 36	1 M * 32
8 Mt	2 M * 36	2 M * 32
16 Mt	4 M * 36	4 M * 32
32 Mt	8 M * 36	8 M * 32
64 Mt	16 M * 36	16 M * 32

SIMM on huomattavasti nopeampi asentaa kuin vastaava muistimäärä yksittäisinä piireinä. SIMM painetaan tasaisesti paikalleen ja käännetään kunnes lukitus napsauttaa moduulin kiinni. Asennuksessa ei tarvitse pelätä piirin jalkojen taipumista, koska SIMM-kammassa on paksu kanta verrattuna DRAM-piirien ohuisiin jalkoihin.

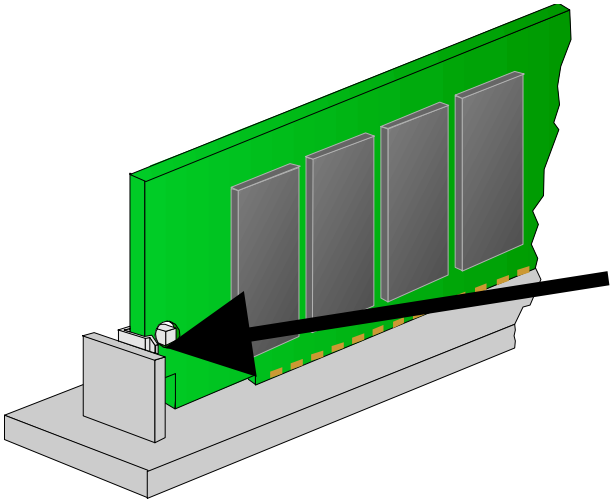
SIMM asennetaan pysty- tai vinoasentoon emolevyllä olevaan muistikantaan.



Kuva: SIMM-kampa emolevyn kiinnityskannassa.

SIMM-kampa sopii kantaan vain oikeinpäin, sillä sen toinen pää on lovettu. Yritettäessä asentaa moduulia väärinpäin, moduuli ei asetu kunnolla paikalleen eikä lukitusvivut lukitu.

On syytä olla kuitenkin varovainen SIMM-kannan lukitusvipujen kanssa. Jos ne ovat muovisia, ne katkeavat helposti niitä taivutettaessa. Metalliset lukitusvivut ovat huomattavasti kestävämpiä. Jos lukitusvipu katkeaa, ei SIMM-kampa pysy kunnolla kiinni. Seurauksena on mikron jumiutumisia silloin tällöin tai mikro ei edes käynnisty.

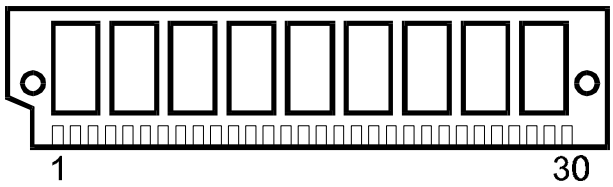


Kuva: Painamalla lukitusvipua ulospäin muistimoduulista, aukeaa lukitus ja moduuli voidaan poistaa.

Pinnijärjestys

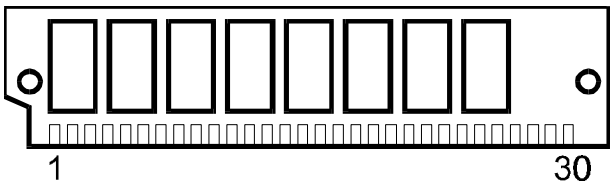
Seuraavana esitetään 30-pinnisten SIMM-moduulien pinnijärjestys ja niiden signaalit. Huomaa, että 8-bittinen ja 9-bittinen SIMM-moduuli eivät ole keskenään yhteensopivia signaalirakenteeltaan, vaikka molemmissa onkin 30-pinniä.

9-bittinen, 30-pinninen SIMM-moduuli



1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
VCC	CAS	DQ0	A0	A1	DQ1	A2	A3	VSS	DQ2	A4	A5	DQ3	A6	A7
16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
DQ4	A8	A9	A10	DQ5	WE	VSS	DQ6	NC	DQ7	Q8	RAS	CAS8	D8	VCC

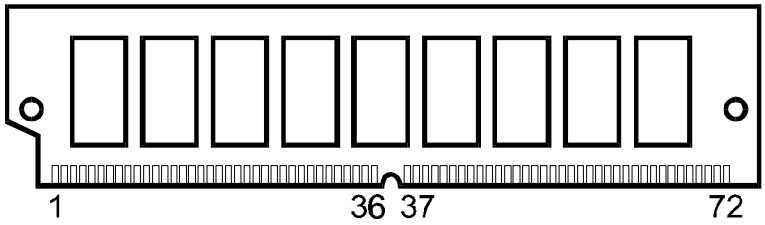
8-bittinen, 30-pinninen SIMM-moduuli



1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
VCC	CAS	DQ0	A0	A1	DQ1	A2	A3	VSS	DQ2	A4	A5	DQ3	A6	A7
16	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**

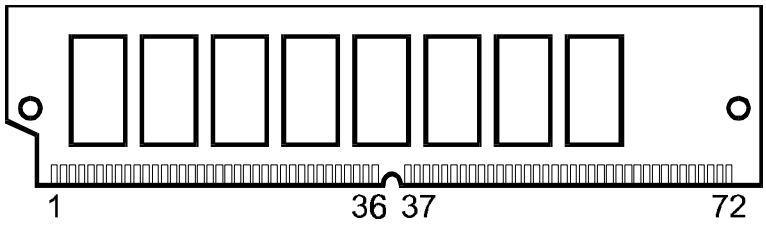
DQ 4	A8	A9	A10	DQ 5	WE	VS S	DQ 6	NC	DQ 7	-	RA S	-	-	VC C

36-bittinen, 72-pinninen SIMM-moduuli



1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
VSS	DQ0	DQ1 8	DQ1	DQ1 9	DQ2	DQ2 0	DQ3	DQ2 1	VCC	-	A0
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A10	DQ4	DQ2 2	DQ5	DQ2 3	DQ6
25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
DQ2 4	DQ7	DQ2 5	A7	A11	VCC	A8	A9	RAS 3	RAS 2	PQ2 6	PQ8
37	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
PQ1 7	PQ3 5	VSS	CAS 0	CAS 2	CAS 3	CAS 1	RAS 0	RAS 1	-	WE	-
49	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
DQ9	DQ2 7	DQ1 0	DQ2 8	DQ1 1	DQ2 9	DQ1 2	DQ3 0	DQ1 3	DQ3 1	VCC	DQ3 2
61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**
DQ1 4	DQ3 3	DQ1 5	DQ3 4	DQ1 6	-	PD1	PD2	PD3	PD4	-	VSS

32-bittinen, 72-pinninen SIMM-moduuli



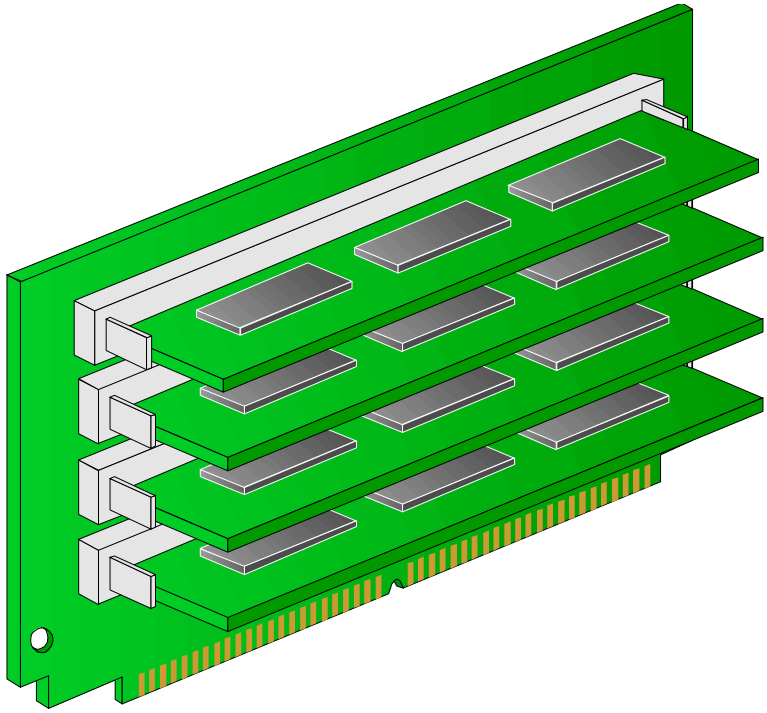
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VSS	DQ0	DQ18	DQ1	DQ19	DQ2	DQ20	DQ3	DQ21	VCC	-	A0
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A10	DQ4	DQ22	DQ5	DQ23	DQ6
25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
DQ24	DQ7	DQ25	A7	A11	VCC	A8	A9	RAS3	RAS2	-	-
37	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
-	-	VSS	CAS0	CAS2	CAS3	CAS1	RAS0	RAS1	-	WE	-
49	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
DQ9	DQ27	DQ10	DQ28	DQ11	DQ29	DQ12	DQ30	DQ13	DQ31	VCC	DQ32
61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**
DQ14	DQ33	DQ15	DQ34	DQ16	-	PD1	PD2	PD3	PD4	-	VSS

SIMM-muunnin

Joskus ylimääräisiä 30-pinnisiä SIMM-kampoja kertyy, kun ne eivät käykään uusiin emolevyihin, joissa käytetään 72-pinnisiä SIMM-kampoja. Jos SIMMejä on esimerkiksi 4 tai kahdeksan kappaletta, voidaan käyttää **SIMM-muunninta**, jolloin muistit saadaan hyötykäyttöön.

Muuntimia on useita erilaisia. Yhteen SIMM-muuntimeen mahtuu esimerkiksi neljä 30-pinnistä ja toiseen kaksi 72-pinnistä SIMM-kampaa. Muuntimen kanta on molemmissa 72-pinninen, joten se on SIMMeistä koostuva isokokoinen 72-pinninen SIMM-muistikampa.

Muuntimessa, jossa käytetään 30-pinnisiä SIMM-kampoja, on kokona 32 tai 36 bittiä, joten se vastaa 486-mikron väylän leveyttä. 72-pinnisiä SIMM-kampoja käyttävä muunnin muodostaa 64 tai 72 bittiä.



Kuva: SIMM-muunnin, joka muuntaa 4 kappaletta 30-pinnisiä 9-bittisiä SIMM-moduuleita yhdeksi 72-pinniseksi 36-bittiseksi SIMM-moduuliksi.

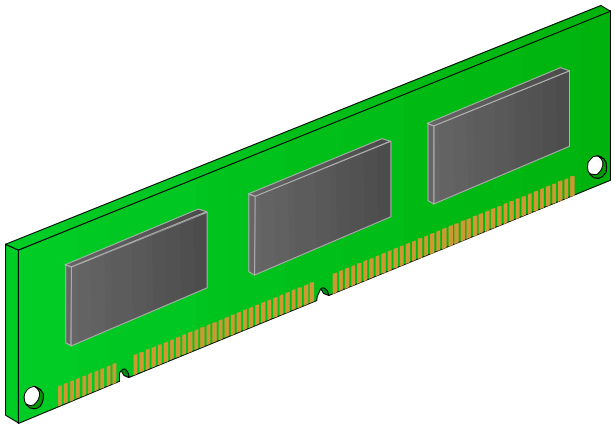
Huomaa, että SIMM-muunnin on varsin korkea kooltaan, joten se ei välttämättä mahdu kaikille emolevyille. 486-mikroon voit laajentaa muistia yksi SIMM-muunnin kerrallaan, kun Pentiumiin tarvitset niitä vähintään

kaksi. Muuntimia on saatavilla erikokoisina eri muistipankkeihin. Kaksi samanlaista SIMM-muunninta ei mahdu peräkkäisiin muistipaikkoihin.

Lisäksi muunnin ei ole ilmainen. Tarkasta ennen ostopäätöstä, mitä uudet emolevylle suoraan sopivat SIMM-moduulit maksavat.

DIMM

DIMM *(Dual In-Line Memory Module)* muistuttaa ulkoisesti SIMM-kampaa. DIMM on ulkoisesti suurempi, siinä on erilainen kantaosa ja suurempi bittimäärä, joten ne eivät ole missään tapauksessa vaihtokelpoisia keskenään. DIMM on 25 prosenttia pidempi ja pinnimäärä on 168 kappaletta.



Kuva: DIMM-muistimoduuli.

DIMM on optimoitu Pentium- ja Pentium Pro -prosessoreille ja se on siten myös 64-bittinen. Pariteettipiirilliset DIMMit ovat 72-bittisiä. Täten Pentium-mikroihin voidaan muistia asentaa yksi DIMM kerrallaan. SIMMejä joudutaan asentamaan pareittain, jotta 64-bittiä tulisi täyteen.

DIMM-muistimoduuleita on useita erilaisia, joissa on keskenään pieniä eroja. Pääeroavaisuudet ovat

- **Muistin koko**
  DIMM-muistien koot ovat 4 - 128 megatavua.

- **Bittisyys**
  DIMM-muistimoduuli voi olla toteutettu kolmella eri bittimäärällä. Yleisin on 64-bittinen, jossa ei ole pariteettitarkastusta. 72-bittinen moduuli sisältää pariteettitarkastuksen. ECC-virheenkorjauksella olevat moduulit ovat 72- tai 80-bittisiä, joista jälkimmäisessä on pariteettitarkastus. Tiedon määrä on kaikissa samat 64 bittiä.

  Pariteettitarkastuksen avulla tunnistetaan yhden bitin virheet. ECC sen sijaan tunnistaa kahden bitin virheet ja pystyy korjaamaan yhden bitin virheet.

  Mikrojen BIOS tunnistaa yleensä pariteetilliset moduulit automaattisesti, mutta ECC-moduulin käyttö on asetettava itse SetUp-ohjelmasta.

- **Nopeus**
  FPM ja EDO DIMM -muistimoduulit ovat nopeudeltaan 50, 60 tai 70 ns. SDRAM-muistimoduulit ovat nopeudeltaan 66, 77, 83 tai 100 MHz.

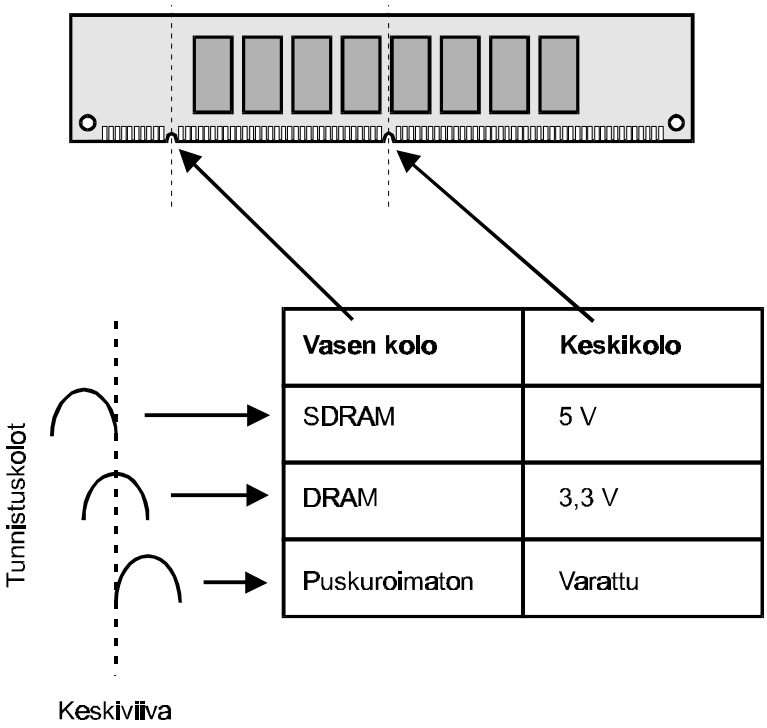
- **Piirityyppi**
  DIMM voi olla piirityypiltään FPM *(Fast Page Mode)*, EDO *(Extended Data Out)* tai SDRAM *(Synchronous DRAM)*. Näistä on tarkemmin Muistipiirien tekniikat -luvussa.

- **Jännite**
  DIMM-muistin jännite voi olla 5 tai 3,3 volttia.

- **Puskurointi**
  DIMM-muistit voivat olla puskuroituja tai puskuroimattomia. Emolevyn rakenne määrää, kumpia voidaan käyttää. Puskuroitu DIMM nopeuttaa hieman muistinkäyttöä. Ennenkaikkea se antaa emolevyn suunnittelijoille hieman enemmän pelivaraa ajoituksia suunniteltaessa. Puskurointi koskee osoitesignaaleja ja useimpia ohjaussignaaleja. Tietoa ja riviosoitetta ei puskuroida.

- **Fyysinen koko**
  DIMM-muistimoduulin fyysiset koot on standardoitu kolmeen eri ryhmään. Ryhmän määrää muistikamman korkeus, joka voi olla 1; 1,25 tai 1,5 tuumaa. Leveytenä voi olla 5,25 tai 4,445 tuumaa sekä paksuutena 0,157 tai 0,354 tuumaa. Muistipiiriin pakkaustapa määrittää moduulin paksuuden.

DIMM-muistimoduulin liitäntäkannassa on kaksi koloa, joiden avulla tunnistetaan moduulin käyttämä jännite sekä muistipiirityyppi. Kolojen paikat vaihtelevat niiden keskiviivan suhteen, joten vääräntyyppinen muisti ei sovi emolevyllä olevaan liitäntäkantaan.

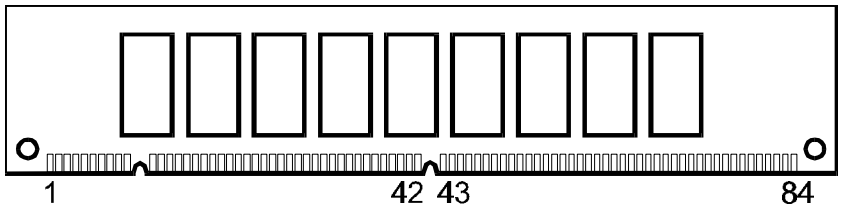


Kuva: DIMM-muistimoduulin tunnistuskolot.

DIMMissä on myös PD-tunnukset *(Presence Detect)*, joiden avulla järjestelmä tunnistaa muistimäärän, nopeuden, pankkien määrän ja järjestyksen.

PD-tunnukset 1 - 4 ilmaisevat muistimoduulin koon. PD 5 määrittää onko käytössä FPM- vai EDO-muistia. PD 6 ja 7 määrittävät moduulin nopeuden (40 - 80 ns). PD 8 määrittää onko käytössä ECC vai pariteettitarkastus.

72-bittinen DIMM-moduuli



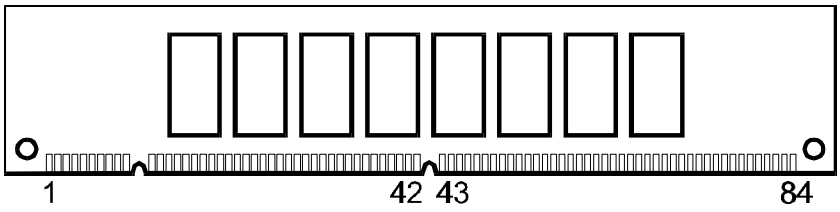
Etupuoli

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
VSS	DQ0	DQ1	DQ2	DQ3	VCC	DQ4	DQ5	DQ6	DQ7	DQ8	VSS
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
DQ9	DQ10	DQ11	DQ12	DQ13	VCC	DQ14	DQ15	DQ16	DQ17	VSS	NC
25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
NC	VCC	WE0	CAS0	CAS2	RAS0	OE0	VSS	A0	A2	A4	A6
37	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
A8	A10	A12	VCC	NC	NC	VSS	OE2	RAS2	CAS4	CAS6	WE2
49	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
VCC	NC	NC	DQ18	DQ19	VSS	DQ20	DQ21	DQ22	DQ23	VCC	DQ24
61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**
NC	NC	NC	NC	DQ25	DQ26	DQ27	VSS	DQ28	DQ29	DQ30	DQ31
73	**74**	**75**	**76**	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**
VCC	DQ32	DQ33	DQ34	DQ35	VSS	PD1	PD3	PD5	PD7	ID0	VCC

Taustapuoli (DIMM-muistimoduulin taustapuolen pinnit)

85	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**
VSS	DQ36	DQ37	DQ38	DQ39	VCC	DQ40	DQ41	DQ42	DQ43	DQ44	VSS
97	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**
DQ45	DQ46	DQ47	DQ48	DQ49	VCC	DQ50	DQ51	DQ52	DQ53	VSS	NC
109	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**119**	**120**
NC	VCC	NC	CAS1	CAS3	RAS1	NC	VSS	A1	A3	A5	A7
121	**122**	**123**	**124**	**125**	**126**	**127**	**128**	**129**	**130**	**131**	**132**
A9	A11	A13	VCC	NC	B0	VSS	NC	RAS3	CAS5	CAS7	PDE
133	**134**	**135**	**136**	**137**	**138**	**139**	**140**	**141**	**142**	**143**	**144**
VCC	NC	NC	DQ54	DQ55	VSS	DQ56	DQ57	DQ58	DQ59	VCC	DQ60
145	**146**	**147**	**148**	**149**	**150**	**151**	**152**	**153**	**154**	**155**	**156**
NC	NC	NC	NC	DQ61	DQ62	DQ63	VSS	DQ64	DQ65	DQ66	DQ67
157	**158**	**159**	**160**	**161**	**162**	**163**	**164**	**165**	**166**	**167**	**168**
VCC	DQ68	DQ69	DQ70	DQ71	VSS	PD2	PD4	PD6	PD8	ID1	VCC

64-bittinen DIMM-moduuli



Etupuoli

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
VSS	DQ0	DQ1	DQ2	DQ3	VCC	DQ4	DQ5	DQ6	DQ7	DQ8	VSS
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
DQ9	DQ10	DQ11	DQ12	DQ13	VCC	DQ14	DQ15	DQ16	NC	VSS	NC
25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
NC	VCC	WE0	CAS0	CAS2	RAS0	OE0	VSS	A0	A2	A4	A6
37	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
A8	A10	A12	VCC	NC	NC	VSS	OE2	RAS2	CAS4	CAS6	WE2
49	**50**	**51**	**52**	**53**	**54**	**55**	**56**	**57**	**58**	**59**	**60**
VCC	NC	NC	DQ18	DQ19	VSS	DQ20	DQ21	DQ22	DQ23	VCC	DQ24
61	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**	**72**
NC	NC	NC	NC	DQ25	DQ26	DQ27	VSS	DQ28	DQ29	DQ30	DQ31
73	**74**	**75**	**76**	**77**	**78**	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**
VCC	DQ32	DQ33	DQ34	DQ35	VSS	PD1	PD3	PD5	PD7	ID0	VCC

Taustapuoli (DIMM-muistimoduulin taustapuolen pinnit)

85	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**	**91**	**92**	**93**	**94**	**95**	**96**
VSS	DQ36	DQ37	DQ38	DQ39	VCC	DQ40	DQ41	DQ42	DQ43	NC	VSS
97	**98**	**99**	**100**	**101**	**102**	**103**	**104**	**105**	**106**	**107**	**108**
DQ45	DQ46	DQ47	DQ48	DQ49	VCC	DQ50	DQ51	DQ52	NC	VSS	NC
109	**110**	**111**	**112**	**113**	**114**	**115**	**116**	**117**	**118**	**119**	**120**
NC	VCC	NC	CAS1	CAS3	RAS1	NC	VSS	A1	A3	A5	A7
121	**122**	**123**	**124**	**125**	**126**	**127**	**128**	**129**	**130**	**131**	**132**
A9	A11	A13	VCC	NC	B0	VSS	NC	RAS3	CAS5	CAS7	PDE
133	**134**	**135**	**136**	**137**	**138**	**139**	**140**	**141**	**142**	**143**	**144**
VCC	NC	NC	DQ54	DQ55	VSS	DQ56	DQ57	DQ58	DQ59	VCC	DQ60
145	**146**	**147**	**148**	**149**	**150**	**151**	**152**	**153**	**154**	**155**	**156**
NC	NC	NC	NC	DQ61	NC	DQ63	VSS	DQ64	DQ65	DQ66	DQ67
157	**158**	**159**	**160**	**161**	**162**	**163**	**164**	**165**	**166**	**167**	**168**
VCC	DQ68	DQ69	DQ70	NC	VSS	PD2	PD4	PD6	PD8	ID1	VCC

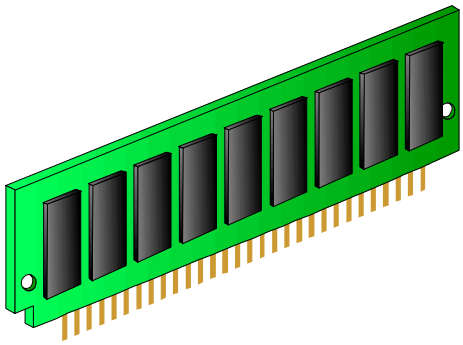
SO DIMM

SO DIMM *(Small OutLine Dual In-Line Memory Module)* on tavallista DIMM-moduulia kapeampi ja huomattavasti lyhyempi. SO DIMM on 32-bittinen (36 pariteetilla) ja 72-pinninen, kuten tavallinen SIMM. Pinnijärjestys ja koko ovat erilaisia, eivätkä ne siten ole keskenään yhteensopivia.

SO DIMM -muistimoduulit on tarkoitettu kannettaviin mikroihin, pienen ulkoisen kokonsa takia.

SIPP

SIPP-muistikampa *(Single In-Line Pin Package)* muistuttaa oikeastikin kampaa, pitkien rivissä olevien kontaktijalkojen ansiosta. Itse piiriosa on litteä ja piirin jalat ovat jonossa piirin kapealla ja pitkällä kyljellä. SIPP-kampoja esiintyy lähinnä vain vanhemmissa mikroissa.



Kuva: SIPP-muistimoduuli.

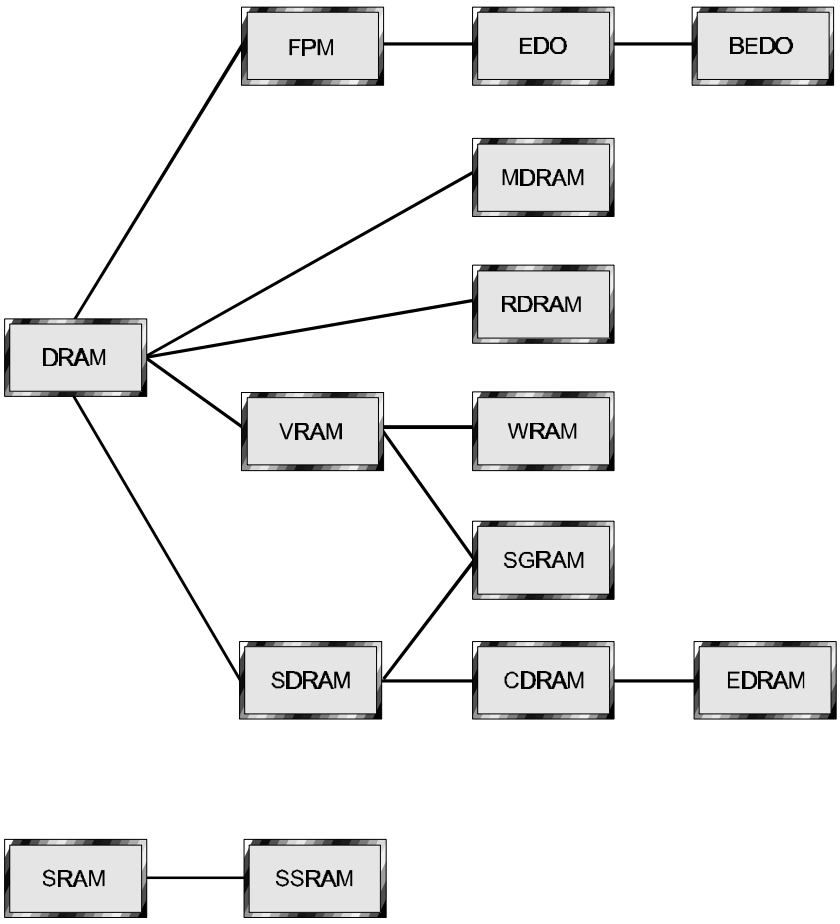
Muistipiirien tekniikat

Mikrotietokoneen muisti voidaan toteuttaa erilaisilla muistipiiriratkaisuilla. Valinnan kriteereinä ovat muistin hinta, nopeus, tarvittava muistin määrä ja sen vaatima tilantarve. Edellä mainitut valintakriteerit koskevat vain tehdasta, joka valmistaa emolevyjä. Mikron käyttäjä voi laajentaa muistia ainoastaan niillä piirityypeillä, joita emolevy pystyy käyttämään.

Muistien perusjakona voidaan pitää seuraavaa, eli

- Dynaaminen muisti
- Staattinen muisti

Nämä voidaan jakaa useisiin erilaisiin ratkaisuihin, joita ovat muun muassa DRAM, SRAM, EDO-RAM, SDRAM, VRAM ja WRAM. Näille ratkaisuille löytyy oma käyttökohteensa niin nopeuden, hinnan kuin rakenteensa puolesta.



Kuva: Muistipiiritekniikat ja niiden jakautuminen.

Edellisessä kuvassa pääjakona on siis dynaaminen ja staattinen RAM-muisti. Dynaaminen muisti voidaan jakaa kolmeen ryhmään eli FastPage Mode-, video- ja synkroniseen muistiryhmään. Näiden alta löytyy lisää erilaisia tekniikoita. MDRAM ja RDRAM ovat hyvin lähellä DRAM-tekniikkaa, joten ne polveutuvat suoraan siitä.

SDRAM, CDRAM, EDRAM, SGRAM ja SSRAM ovat synkronisia *(Synchronous)* piirejä ja kaikki muut synkronoimattomia *(Asynchronous)*.

Staattisesta muistista löytyy vain yksi alaryhmä, joka on synkroninen SRAM.

Staattinen ja dynaaminen muisti

Tietokoneen muistipiirit ovat yleensä dynaamisia (*DRAM, Dynamic Random Access Memory*). Niiden tiedonhakuajat ovat huomattavasti hitaammat kuin staattisten piirien *(SRAM, Static Random Access Memory)*.

Dynaamisen muistipiirin merkittävimpinä etuina on kuitenkin edullisuus ja piirin pienempi koko. Staattisen piirin etuna on se, että sitä ei tarvitse virkistää, josta seuraa myös nopeusetu.

Staattisia piirejä käytetään lähinnä vain välimuistiratkaisuihin. Muistin kalleus ei silloin haittaa niin paljon, koska välimuistin koko on suhteellisen pieni. Välimuistin tärkein kriteeri on nopeus, joten staattiset piirit ovat ainoa vaihtoehto. Dynaamisia piirejä ei edes voi valmistaa riittävän nopeiksi (tällä hetkellä). Nopein dynaaminen muistipiiri on noin 50 ns, kun staattisilla piireillä päästään jo alle 10 nanosekunnin.

DRAM koostuu transistorien ohjaamista kondensaattoreista, jotka pitävät sähkövarausta yllä. Jokaisessa yksikössä, eli muistipaikassa, on yksi transistori ja yksi kondensaattori. Kondensaattorin varaus vastaa binääriluvun ykköstä ja varaukseton kondensaattori vastaa nollaa.

Kondensaattorin ominaisuuksiin kuuluu pitää varausta yllä, mutta varaus vähenee pikkuhiljaa itsestään. Tyhjenemisaika riippuu kondensaattorin tyypistä ja käytetyistä virtamääristä. Koska muistipiirin kondensaattorit ovat hyvin pieniä, haihtuu niiden sisältö myös melko nopeasti. Tämän vuoksi kondensaattoreita on virkistettävä säännöllisesti.

Staattista piiriä ei tarvitse virkistää lainkaan. Tällöin myös prosessorin

aikaa säästyy muihin tehtäviin, ja se nopeuttaa myös muistin käyttöä. Staattisen piirin solun tila säilytetään kiikussa, joka pysyy asetetussa tilassa niin kauan kunnes sitä muutetaan. Jokainen kiikku muodostuu neljästä tai kuudesta transistorista.

Staattista muistia voidaan myös ylläpitää päävirran katkettua alhaisella kahden voltin jännitteellä. Pienellä paristolla voidaan varmistaa tietojen pysyvyys muistissa sähkökatkon varalta.

Seuraavassa taulukossa on DRAM- ja SRAM-piirien muutamien ominaisuuksien vertailu.

	DRAM	**SRAM**
Nopeus	Hidas	Nopea
Virkistys	Vaaditaan	Ei
Koko	Pieni	Suuri
Hinta	Edullinen	Kallis

SRAM-piiristä löytyy vielä hieman nopeampi käsittelytekniikka, joka tunnetaan nimellä synkroninen SRAM eli SSRAM. Siinä muisti synkronoidaan mikron kellotaajuuteen, jolloin mahdollistetaan suurin mahdollinen nopeus.

Fast-PageMode

Fast-PageMode-muistipiirit *(FPM)* on yleisimpiä muistipiirejä tällä hetkellä. EDO-RAM ja muut uudemmat tekniikat ovat syrjäyttämässä Fast-PageMode-tekniikkaa. Uusissa mikroissa EDO-RAM on jo yleisempi kuin FPM.

Tavalliselta muistipiiriltä tiedon luku tapahtuu antamalla rivi- ja sarakeosoite. Näiden osoitteiden avulla saadaan yhden solun tieto selville. Fast-PageMode-tekniikalla säästetään aikaa erilaisella muistin lukutekniikalla.

Fast-PageMode-tekniikassa muisti jaetaan useisiin sivuihin, josta sen nimityskin tulee. Kun tietoa tarvitaan, niin se luetaan ensiksi tietyltä sivulta. Jos seuraavaksi haettava tieto sijaitsee samalla sivulla, tarvitaan vain toinen kahdesta osoitteesta. Toisen osoitteen kuljettamiseen tarvittava aika säästetään eikä odotustiloja tarvita. Tuloksena on noin kaksi kertaa nopeampi muistinkäsittely. Jos luettava tieto on eri sivulla kuin edellinen luku, on seurauksena normaali tiedon luku.

FPM:n sivut ovat yleisimmin kahden kilotavun kokoisia.

StaticColumn

StaticColumn-piiritekniikka on lähes vastaava kuin PageMode. StaticColumn käyttää sivujen sijaan rivi- ja sarakeosoitteita, ja kun luku tapahtuu samasta sarakkeesta on luku nopeampaa. Tällöin ei tarvita odotustiloja.

Huomaa, että pelkän erikoispiirin siirtäminen tavallisen paikalle ei nopeuta muistinkäsittelyä. Emolevyllä on oltava tuki tälle erikoistekniikalle, jotta näitä piirejä voidaan käyttää.

EDO

EDO-muistipiiri *(Extended Data Output)* on noin 15 - 20% nopeampi kuin Fast-PageMode-piiri. EDO-muistia kutsutaan myös Hyper-PageMode-muistiksi. Tyypillisesti EDO-piirit ovat saantiajoiltaan 50 - 60 ns.

Nopea toiminta perustuu tekniikkaan, jossa tieto saadaan luettua muistista vähemmillä kellojaksoilla. Ensimmäiseksi aktivoidaan rivi- ja sen jälkeen sarakeosoite. Tietopuskuri *(Output Data Buffer)* jää auki, kunnes seuraava sarakeosoite tai lukujakso tulee. Fast-Page Mode -piirissä se taas sulkeutuu aina heti, kun tieto on luettu. Tietoja voidaan siis lukea muistista samalla kellojaksolla, kunnes muistille lähetetään signaali luvun loppumisesta. Vasta sitten muisti virkistetään. Fast-Page Mode -piirissä tieto siis virkistetään aina heti luvun jälkeen.

Lähes kaikki uudet emolevyt osaavat käyttää EDO-muistia. Moniin emolevyihin käy myös tavalliset muistit (esim. PageMode) yhtä aikaa, kunhan erilaiset muistit sijaitsevat eri pankeissa. EDOssa ei koskaan ole pariteettitarkastusta.

EDO-RAM-muistin nopeus saadaan hyödynnettyä parhaiten Pipelined Burst SRAM -välimuistin kanssa.

EDO-RAM-piirejä käytetään keskusmuistin lisäksi myös joissakin näytönohjaimissa. EDO-RAM sijoittuu niin nopeudeltaan kuin hinnaltaankin DRAMin ja VRAMin väliin.

BEDO

BEDO *(Burst EDO)* on vain hiukan nopeampi kuin EDO, rakenteessakin on vain yksi pieni ero. BEDO sisältää osoitelaskurin, jonka avulla luetun tiedon perässä olevia tietoja saadaan luettua puskuriin. Jos kyseisiä tietoja tarvitaan seuraavana ja tieto on jo valmiina puskurissa, on luku nopeampaa.

SDRAM

SDRAM *(Synchronous DRAM)* on aika uusi hyvin nopea muistiteknologia. Se toimii samalla kellotaajuudella kuin prosessori. Muistin rakenne on suunniteltu olemaan synkronissa prosessorin kanssa, jolloin saavutetaan nopein mahdollinen lopputulos. Odotustiloja ei siis ole ja SDRAM on nopeampi kuin EDO-RAM.

SDRAM koostuu sisäisesti kahdesta eri pankista. Näiden pankkien mahdollistama lomitustekniikka lisää myös suorituskykyä.

SDRAM-muistia on saatavissa mikrotietokoneille vain DIMM-muistimoduuleilla. Yleisimmillä SIMM-moduuleilla niitä ei siis ole saatavilla.

CDRAM ja EDRAM

Sekä CDRAM *(Cached RAM)* että EDRAM *(Enhanced RAM)* sisältävät myös hiukan staattista muistia. Piirit ovat nopeudeltaan lähes samaa tasoa ja ne ovat selvästi tavallista DRAMia ja EDOa nopeampia. Muistipiirit ovat kuitenkin melko harvinaisia.

VRAM

VRAM-muistipiiri *(Video RAM)* on tarkoitettu näytönohjaimiin. Se eroaa tavallisista muistipiireistä kaksiporttisuudellaan. Sekä näytönohjaimen kiihdytinosa että DAC voivat käyttää sitä yhtä aikaa. Tällöin voidaan suorittaa piirtotoimintoa ja näytön virkistystä samanaikaisesti. Lisäksi VRAM sisältää joitakin erikoistoimintoja piirtotoimintojen nopeuttamiseksi.

VRAM on huomattavasti kalliimpaa kuin DRAM.

WRAM

WRAM *(Window DRAM)* on myös suunnattu näytönohjaimiin kuten VRAM ja se on samoin kaksiporttinen.

WRAM-piiri mahdollistaa lisäksi kaksi uutta ominaisuutta, jotka nopeuttavat näytönohjainta. Aligned BitlBlt nopeuttaa 3D-toimintoja ja videokuvia sekä Dual-Color BlockWrite nopeuttaa tekstiä ja väritäyttöjä.

Kahden megatavun muisti voidaan toteuttaa kahdella piirillä. Muut muistiratkaisut vaativat neljä tai kahdeksan piiriä. Tämä vaikuttaa näytönohjaimen hintaan hieman.

Lisäksi tärkeänä seikkana on itse piirien hinta. Vaikka WRAM on monimutkaisempi kuin VRAM, tarvitaan sen rakentamiseksi vähemmän transistoreja, jonka johdosta hinta tulee noin 20 prosenttia halvemmaksi.

WRAM on huomattavasti nopeampi kuin VRAM.

SGRAM

SGRAM *(Synchronous Graphics RAM)* on kuin SDRAM, jossa on lisäksi lohkon kirjoitus ja yhden bitin kirjoitusmahdollisuudet.

MDRAM

MDRAM *(Multibank DRAM)* sisältää pieniä ja nopeita DRAM-lohkoja yhdellä piirillä. Ne toimivat lomitus- ja pipeline-tekniikalla. Ratkaisu on harvinainen, mutta nopea. Lisäksi MDRAM vaatii monimutkaisen ja siten kalliin muistinohjauksen.

RDRAM

RDRAM *(Rambus DRAM)* käyttää erikoisliitäntää, jossa on 500 MHz ja 8 bitin väyläohjain. Lisäksi muistissa käytetään lomitusta. RDRAM on nopea ja vaatii MDRAMin tapaan monimutkaisen muistinohjausmenetelmän.

3DRAM

3DRAM-piiri on toistaiseksi hyvin harvinainen. Siinä on sisäänrakennettu välimuisti ja laskentayksikkö kolmiulotteisia grafiikkatoimintoja varten. Nimensäkin perusteella se toimii nopeasti kolmiulotteisissa laskentatehtävissä.

Muistien purskejaksoajoitukset

Eri muistit käyttävät erilaisia purskejaksoajoituksia *(Burst Cycle Timing)*, jonka perusteella muistin suurin nopeuskin määräytyy. Purskejaksoajoitukset määräävät suurimman mahdollisen tiedonsiirtonopeuden.

Ajoitukset ilmaistaan neljän kellojakson ryhmissä, koska muistia luetaan neljässä eri vaiheessa. Jaksot ovat X-Y-Y-Y-muodossa, jossa X on ensimmäisen toiminnon vaatima kellojaksojen määrä ja Y on seuraavien toimintojen kellojaksojen määrä.

Seuraavana on muutamien muistityyppien ajoituksia. Mitä pienemmät numerot on kyseessä, sitä vähemmän kellojaksoja tarvitaan muistin käsittelyyn ja sitä nopeampaa muisti on.

Muisti			**Kellotaajuus MHz / (jaksoaika ns)**				
RAM-tyyppi	**tRAC ns**	**tPC ns**	**50 MHz (20 ns)**	**60 MHz (16,7 ns)**	**66,6 MHz (15 ns)**	**75 MHz (13,3 ns)**	**83 MHz (12 ns)**
FPM	70	40	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3	7-4-4-4	7-4-4-4
FPM	60	35	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3
EDO	70	30	6-2-2-2	6-2-2-2	6-2-2-2	7-3-3-3	6-3-3-3
EDO	60	25	6-2-2-2	6-2-2-2	6-2-2-2	6-2-2-2	6-2-2-2

EDO	50	20	5-2-2-2	5-2-2-2	5-2-2-2	5-2-2-2	5-2-2-2

Taulukossa olevat lukemat ovat pienimpiä, joita voidaan turvallisesti käyttää kyseisillä taajuuksilla ja muistityypeillä. Joissakin tapauksissa nopeampi jaksotus saattaa näyttää toimivan, mutta ajoitusmarginaalin pienuudesta johtuen muistin käyttö epäonnistuu erinäisissä tilanteissa.

Purskeosuudessa (3 viimeistä jakson numeroa) yksittäiset arvot eivät saa olla pienempiä kuin tPC. Esimerkiksi 66,6 MHz kellotaajuudella 70 ns EDO-muistissa purskejakson arvoksi tulee 33,4 (2 * 16,7). tPC-arvo on 25, joten muisti toimii ongelmitta. Jos purskejakson arvo pudotettaisiin yhteen, olisi tuloksena 16,7, joka on jo pienempi kuin tPC:n arvo 25. Muisti ei toimisi.

Edellä mainittiin vain yleisimmät muistit ja niiden jaksoajoitukset. Esimerkiksi synkronoimattoman SRAM:n purskejakso voi olla 3-2-2-2 ja synkronisen SRAM:n peräti 2-1-1-1. Nämä ovat kuitenkin hyvin kalliita muisteja.

Huomaa, että mikrossa ei aina päästä yhtä hyvään nopeuteen, sillä edellisen listan luku ilmoittaa vain sen nopeimman mahdollisen käsittelyajoituksen. Todellisuudessa kaikki muistin käsittely saattaa olla hitaampaa, koska mikron muu rakenne määrää todellisen muistin käsittelynopeuden. Pelkkä nopea muisti ei siis riitä, jos käsittelytekniikka on hidas.

Esimerkiksi Synkronoimattoman SRAMin lukuajoitus on todellisuudessa lähes aina jaksotuksella 4-2-2-2 eikä 3-2-2-2.

FPM-muistin yleisin käytännön nopeus on kellojaksoajoituksena 7-3-3-3, jolloin tiedonsiirtonopeudeksi tulee noin 133 Mt/s. EDO-muistin tyypillinen lukema on 7-2-2-2, jolloin tiedonsiirtonopeus on noin 164 Mt/s.

SDRAM-muistilla päästää huomattavasti parempiin purskejaksoajoituksiin.

Muisti			**Kellotaajuus MHz / (jaksoaika ns)**				
RAM-tyyppi	**tRAC ns**	**tCK ns**	**50 MHz (20 ns)**	**60 MHz (16,7 ns)**	**66,6 MHz (15 ns)**	**75 MHz (13,3 ns)**	**83 MHz (12 ns)**
CL3 SDRAM	5 jaksoa +tAC	10	7-1-1-1	7-1-1-1	7-1-1-1	7-1-1-1	7-1-1-1

CL2 SDRAM	2 jak-soa + tAC	12	5-1-1-1	5-1-1-1	5-1-1-1	5-1-1-1	5-1-1-1

CL tarkoittaa CAS-latenssiaikaa. Se ilmoittaa kuinka monta jaksoa sallitaan RAS:n aktivointiin ja CAS:n lukemiseen. Mitä vähemmän jaksoja sallitaan, sitä nopeammin tehtävä suoritetaan.

Muistin lisääminen

Ohjelmistojen jatkuvasti kasvaneiden muistivaatimusten takia muistin laajentaminen on tullut välttämättömäksi useimpiin mikrotietokoneisiin. 8 megatavua on oikeastaan minimiarvo Windows 95 -käytössä ja 16 megatavua on suositeltava arvo, jos sovelluksia halutaan käyttää edes tyydyttävällä nopeudella.

Jos muistia on liian vähän, ei nopeastakaan koneesta ole merkittävää hyötyä. Muisti ei silloin yksinkertaisesti riitä sovellusten käyttöön ja virtuaalimuistin käyttö kiintolevyllä on erittäin hidasta.

Ennen asentamista

Muistin lisääminen on yksinkertaista. Ennen muistin lisäämistä on mikron ohjekirjasta tai emolevyltä selvitettävä seuraavat seikat:

- Olemassa olevan muistin määrä
- Kuinka paljon muistia laajennetaan
- Muistin tyyppi (SIMM, DIMM, ...), lisäksi mitä muistitekniikkaa käytetään (PageMode, EDO, ...)
- Vapaiden muistipaikkojen määrä
- Muistin nopeus

Muistia laajennettaessa ensimmäinen tehtävä on selvittää, kuinka paljon emolevyllä on muistia, kuinka paljon laajennetaan ja mikä on emolevyn suurin mahdollinen muistimäärä. Tärkeää on muistaa, että muistia laajennetaan väylän leveyden suuruisina osina eikä esimerkiksi yhden megatavun välein. Poikkeuksen muodostavat yleensä kannettavat ja muut erikoismikrot, joihin on saatavilla omat muistinlaajennukset.

386- ja 486-mikrossa (32-bittinen väylä) muistia voidaan laajentaa yhden megatavun 8 tai 9 bitin SIMMeillä seuraavissa portaissa: 4 Mt, 8 Mt, 12 Mt, 16 Mt jne. Välimuotoja ei voi laittaa, koska laajennus on tehtävä 32 bittiä kerrallaan. Jokaisessa SIMMissä on 8 bittiä (sekä yhdeksäs pariteet-

tibitti), joten niitä vaaditaan kerralla vähintään neljä, jolloin vaadittava 32 bittiä muodostuu. Jos muistia laajennetaan 32 tai 36 bitin SIMM-kammoilla, voidaan muistinlaajennus suorittaa yhden SIMM-kamman erissä.

On muistettava, että poikkeuksia aina löytyy. Esimerkiksi IBM:llä ja Compaqilla on omia muistilaajennuksia, jotka ovat esimerkiksi 2 megatavun kokoisia SIMMejä. Ne ovat esimerkiksi 16-bittisiä, joten laajennukseen riittää tällöin kaksi SIMMiä. Myös kannettavissa mikroissa käytetään 2 megatavun SIMM-kampoja. Niissä esiintyy usein myös omia erikoismuistilaajennuksia, joita tekee ainoastaan mikron valmistaja.

Lisämuistikortteja käytettäessä muistia voidaan laajentaa sen sallimin portain. Kerrallaan lisättävän muistin määrä ei ole silloin emolevystä riippuvainen. Lisämuistikortti on yleensä hyvin hidas ratkaisu, koska se liitetään usein ISA-väylän kautta. ISA-väylä toimii vain 8 MHz kellotaajuudella, joka on hyvin pieni luku jo 33 MHz mikrollekin. Älä käytä ISA-väyläistä muistikorttia, ellei se ole ehdottoman välttämätöntä.

Jos 486-mikroon tarvitaan muistia kahdeksan megatavua, on se asennettava esimerkiksi kahdeksalla yhden megatavun 9 bitin SIMM-kammalla tai yhdellä kahdeksan megatavun 36 bitin SIMM-kammalla.

Asennuksessa on huomioitava mitä piirityyppejä emolevy tukee. Kaikki vaihtoehdot eivät ole mahdollisia, sillä osaan emolevyistä käy 30-pinniset ja osaan 72-pinniset SIMM-kammat. Tutki myös käykö mikroosi esimerkiksi PageMode vai EDO-piirit. Mikron ohjekirjasta voi tarkastaa, miten ja millaisia piirejä voidaan asentaa.

Joissakin mikroissa on kahdeksan SIMM-paikkaa, joihin voidaan asentaa vain samantyyppistä muistia. Tällöin ei voi laittaa esimerkiksi ensimmäiset neljä paikkaa 1 Mt SIMMeillä ja toiset neljä paikkaa 4 Mt SIMMeillä. Useimmissa mikroissa tämä on mahdollista. Ennen kuin tekee muistin rakentamissuunnitelmia, on suositeltavaa jälleen katsoa mikron ohjekirjasta mahdolliset konfiguraatiovaihtoehdot.

Lisättävän muistin on oltava vähintään yhtä nopeaa kuin aikaisempien muistien. Nopeampi piiri ei yleensä haittaa, mutta liian hidas piiri aiheuttaa muistivirheitä. Toisaalta nopeampi muistipiiri ei nopeuta konetta, koska muistia käsitellään oheispiireissä määritellyllä vakionopeudella. Liian nopea piiri on kalliimpi, eikä siitä ole mitään nopeushyötyä. Tähänkin sääntöön löytyy poikkeus. Joissakin emolevyissä liian nopeakaan muistipiiri ei toimi. Vanhat emolevyt vaativat suhteellisen hidasta muistia toimiakseen. Liian nopea muisti voi jumiuttaa mikron. Yleensäkin kannattaa käyttää mikron valmistajan suosittelemaa piirinopeutta, jotta virhetilanteilta vältytään.

Asentaminen

Asenna SIMM-kammat varovasti, ilman voiman käyttöä, vapaaseen SIMM-laajennuspaikkaan. Joihinkin kantoihin SIMM asetetaan pystysuoraan ja kallistamalla sitä, se loksahtaaa paikalleen. Toisiin kantoihin SIMM asetetaan vinoon ja pystyyn kääntämällä se loksahtaa paikalleen. Katso mikron ohjekirjasta, kumpaa tyyppiä mikrossasi on, jos et ole asiasta varma.

SIMM-kampa ei asetu kunnolla paikalleen väärinpäin asennettuna. Tarkista, että olet asettamassa SIMM-kampaa oikeinpäin.

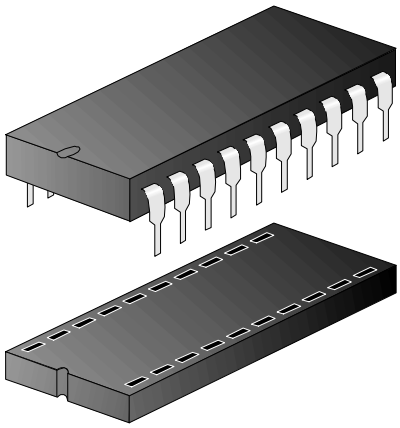
SIMM-kamman saa pois napsauttamalla kannan päissä olevia lukitussalpoja ulospäin ja kallistamalla SIMM-kampaa. Huomaa, että kannoissa voi olla erilaisia lukitusmekanismeja.

Uudet emolevyt huomaavat muistinlisäyksen automaattisesti. Joissakin versioissa joudutaan kuitenkin käymään SetUpissa ja poistua sieltä. Mitään muutoksia SetUpiin ei tehdä ja tämän toimenpiteen jälkeen mikro toimii normaalisti lisättyjen muistien kanssa.

Muista:

- ☞ Katkaise mikrosta virta AINA ennen muistin asennusta.
- ☞ Varo staattista sähköä. Maadoita itsesi vaikka mikron verkkolaitteeseen ennen kuin kosket muistipiireihin.
- ☞ Varmista, että muistipiirin kolo tulee oikeaan suuntaa kun asennetaan DIP-piirejä. Tarkista myös, että SIMM-kampa tulee oikeinpäin. Se ei sovi väärinpäin muistikantaan, mutta voimaa käytettäessä kanta rikkoontuu.
- ☞ Tarkista ennen SIMM-kampojen asennusta, ovatko ne 30- vai 72-pinnisiä. Muista tarkastaa myös pariteettipiirin tarve.
- ☞ Ennen kuin painat DIP-piirin kantaan kiinni, katso että kaikki jalat ovat kolojen kohdalla. Jos jalka taipuu voimakkaasti asennettaessa, piiri ei todennäköisesti enää toimi. DIP-piirejä joutuu asentamaan varsinkin näytönohjaimiin.

☞ DIP-muistipiirin jalkoja voidaan taivuttaa hiukan sisäänpäin, maksimissaan 15°, jolloin sen asentaminen kantaan käy helpommin.



Varmista, että muistipiirissä oleva kolo tulee samalle puolelle kuin kannassa oleva kolo.

ROM-muisti

Vaikka RAM-muisti merkitsee mikron käyttäjälle eniten, on ROM-muistilla *(Read Only Memory)* myös oma tärkeä tehtävänsä. ROM-muisti eroaa RAM-muistista siinä, että sitä voidaan vain lukea. ROM-muistissa säilytetään sellaisia tietoja, jotka halutaan olevan aina käsillä, myös heti mikron käynnistyksen yhteydessä. ROM-muistista tieto ei häviä, kun virta katkeaa.

Esimerkiksi mikron käynnistystiedot ovat ROM-muistissa, jotta mikro yleensä pystyy lukemaan edes käyttöjärjestelmän. Monissa lisäkorteissa ja oheislaitteissa on sen käyttöön ja toimintaan liittyvää tietoa ROM-piirillä.

ROM-piirejä ja -tekniikoita on muutamia erilaisia, joita esitellään lyhyesti seuraavissa luvuissa.

Mask ROM

Mask ROM-piirin tiedot on tallennettu pysyvästi piirille jo valmistusvaiheessa. Tieto ei häviä piiriltä, paitsi tietenkin piirin fyysisessä vaurioitumisessa. Mask ROM -piiri on aika harvinainen mikrotietokoneissa.

PROM

PROM-piirin *(Programmable Read Only Memory)* muisti koostuu elementtimatriisisista, jonka elementit käyttäytyvät kuin sulakkeet. Kun jonkin matriisipisteen sulakkeeseen ohjataan voimakas virta, sulake sulaa. Näin muistimatriisiin saadaan ohjelmoitua haluttu tieto. Ohjelmoinnista käytetäänkin puhekielessä nimitystä PROM-piirin polttaminen.

PROM-piirin sisältöä ei voida myöhemmin muuttaa eikä vaihtaa. Tieto on pysyvästi ohjelmoitu sinne. Koodin vaihtaminen onnistuu ainoastaan asentamalla uusi koodattu piiri vanhan paikalle.

EPROM

EPROM-piiri *(Erasable Programmable Read Only Memory)* käyttää muistimatriisissa puolijohteita, joiden tilaa voidaan myöhemminkin muuttaa.

Piirin päällä on aina läpinäkymätön tarra, ja sen alla on pieni ikkuna. Jos tarra otetaan pois, pyyhkiytyy piirin muistitieto auringon ultraviolettivalon johdosta. Normaalisti huoneenvalo ei tuhoa tietoja, mutta on syytä olla varovainen.

Näitä piirejä käytetään runsaasti mikrotietokoneissa niiden muistin muokattavuusominaisuuksien johdosta.

EEPROM

EEPROM-piiri *(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* toimii vastaavasti kuin EPROM, mutta tiedon voi pyyhkiä vain sähköisesti. Tietojen pyyhkiminen tapahtuu suuremmalla teholla kuin kirjoittaminen.

EEPROM-piirin suurin hyöty on siinä, että se voidaan ohjelmoida sen ollessa kannassa kiinni. Esimerkiksi uudempi tieto on helppo syöttää irroittamatta piiriä paikaltaan.

Haittapuolena on se, että EEPROM-piiriä voidaan ohjelmoida vain rajoitetun kertamäärän. Määrä on kuitenkin niin suuri, että useimmissa tapauksissa se ei ole mikään este.

EEPROM-piirin ohjelmointi tapahtuu usein siten, että koko muisti tyhjennetään ja täytetään kerralla. Yksittäisiä bittejä ei siis vaihdeta.

Flash ROM

Flash ROM on ominaisuuksiltaan hyvin lähellä EEPROM-piiriä. Suurimpana erona on se, että tietojen muutokset voidaan toteuttaa samoilla virtamäärillä (5 ja 3,3 V) kuin PC-mikrossa. Sama rajoitettu uudelleenohjelmointimäärä koskee niin Flash ROMia kuin EEPROM-piiriäkin.

Eniten Flash-muistia käytetään pieniin tiedon varastointitarkoituksiin ikäänkuin kiintolevynä. Muisti saadaan näyttämään käyttäjälle kiintolevynä samalla tavalla kuin RAM-levykin.

Flash-muistia voidaan tyhjentää pienissä lohkoissa, ei yksittäisinä bitteinä. Kiintolevyjä käsitellään samalla tekniikalla sektoreittain. Siksi Flash-muisti sopiikin tähän tarkoitukseen hyvin.

Flash-muisti on myös hyvin nopeaa kiintolevyihin verrattuna. Tiedon hakuaika on 100 - 150 ns eli noin 80 kertaa nopeampi. Lisäksi tieto säilyy Flash-muistissa ilman virtaa. Täten tietoja ei menetetä esimerkiksi paristo n loppumisen vuoksi. Virtaa ei kulu tietojen ylläpitämiseen vaan ainoastaan lukemisessa ja kirjoittamisessa.

Haittapuolena on korkea hinta ja pieni kapasiteetti. Flash-muistien koot ovat keskimäärin 2 - 40 megatavua.

Uusissa emolevyissä Flash ROMia käytetään BIOS-tietojen ylläpidossa. Uusi BIOS on helppo asentaa käynnistämällä vain uudempi päivitysohjelma.

Shadow ROM

Tietokoneen ROM BIOSissa on tietoja, joita tarvitaan usein tietokonetta käytettäessä. ROM-piirit ovat kuitenkin melko hitaita verrattuna RAM-muistiin. Niiden hakuaika on hitaampi ja väylä kapeampi, jolloin seurauksena on mikron hitaampi toiminta.

Seuraavassa taulukossa on tyypilliset RAM- ja ROM-muistin erot:

	RAM	**ROM**
Hakuaika (ns)	60	150
Väylän leveys (bittiä)	32 tai 64	8 tai 16

Jos tärkeimmät BIOS-tiedot kopioidaan RAM-muistiin ja käytetään niitä sieltä, nopeutuu mikron toiminta selvästi. Siirretty ROM-alue lukitaan, jotta ohjelmat eivät pääse vahingossa samalle alueelle ja sotke järjestel-

mää.

Shadow ROM -asetukset määritellään SetUp-ohjelmassa ja joissakin tapauksissa toiminta on automaattinen. Yleensä RAM-muistiin kopioidaan BIOS *(System BIOS, Motherboard BIOS)* ja näyttö-BIOS *(Video BIOS)*.

Tyypilliset Shadow ROM -muistialueet ovat

	Alue (hex.)	**Alue (kt)**	**Koko (kt)**
System BIOS	F0000 - FFFFF	960 - 1023	64
Video BIOS	C0000 - C7FFF	768 - 800	32

Joissakin mikroissa siirrettävän BIOSin alueet voidaan valita 16 kilotavun osissa. Tällöin usein kannattaa kuitenkin valita koko BIOS-alue.

Välimuisti

Välimuistia (*Cache*) käytetään kiintolevyn, CD-ROM-aseman ja keskusmuistin käytön nopeuttamiseen. Ratkaisuissa käytetään nopeampaa tiedonvarastointitekniikkaa nopeuttamaan perusmuistivarastoa. Kiintolevyn nopeuttamiseen käytetään RAM-muistia ja RAM-muistin nopeuttamiseen nopeampaa muistia eli yleisimmin staattista muistia (SRAM, *Static Random Access Memory*).

Perusperiaatteena on, että jos tieto löytyy välimuistista päämuistin sijaan, on toiminta nopeampaa.

Välimuisti toimii esimerkiksi muistin nopeuttamisessa seuraavasti. Kun prosessori lukee tiedon muistipiiriltä, siirretään sama tieto myös välimuistiin. Myöhemmin tietoa haettaessa välimuistin ohjauspiiri tutkii välimuistin sisällön.

Jos tieto löytyy välimuistista, se saadaan luettua huomattavasti nopeammin kuin varsinaisesta päämuistista ja prosessori pääsee käsittelemään seuraavaa tehtävää nopeammin. Jos tietoa ei löydy välimuistista, se joudutaan lukemaan hitaammasta päämuistista. Lukuvaiheessa tieto talletetaan aina myös välimuistiin.

Välimuistit voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

L1 (Level 1)	Prosessorin sisäinen välimuisti. Se on hyvin pieni (yleensä 8 - 32 kt) ja nopea.
L2 (Level 2)	Prosessorin ulkoinen välimuisti. Toteutetaan hyvin nopeilla SRAM-piireillä (noin 10 - 20 ns) ja on kooltaan noin 64 - 512 kilotavua.
Ohjelmallinen välimuisti	Kiintolevyn ja CD-ROM-aseman välimuisti. Käytetään mikron keskusmuistia levyasemien nopeuttamiseen. Koko on yleensä noin 512 - 4096 kt. Yleisin välimuistiohjelma on Windowsin mukana tuleva SmartDrive.

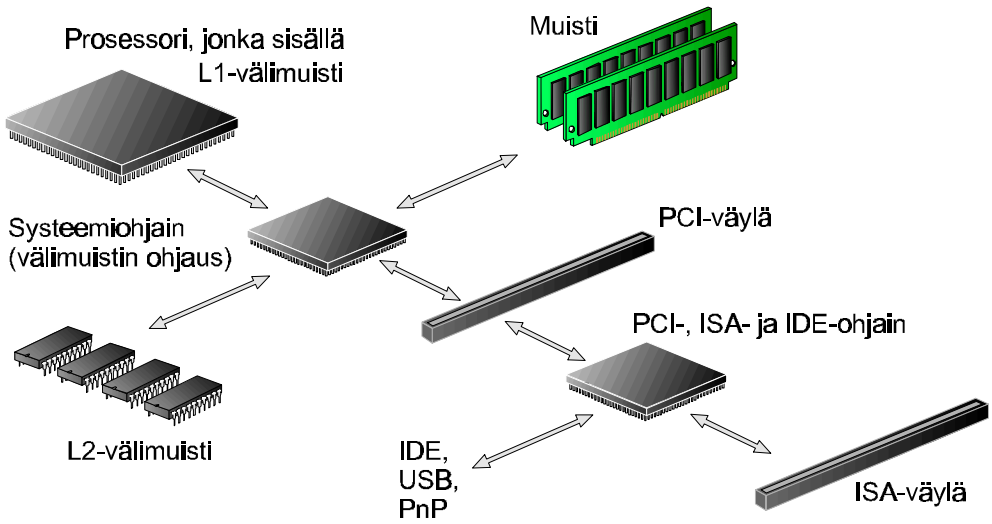
Pentium Pro -mikroissa voi olla myös **L3**-tason välimuistia. Prosessorin sisällä on pieni ja nopea L1-välimuisti sekä suurempi L2-välimuisti. Jos

emolevylle halutaan asentaa vielä lisää välimuistia, on se tasoa L3.

Jos keskusmuistin piirien nopeus olisi riittävä kaikille prosessorin toiminnoille, ei välimuistitekniikkaa tarvittaisi ollenkaan. Riittävän nopea muisti on kuitenkin liian kallista toteuttaa. Käytännössä muistipiirien nopeudet ovat siis liian hitaita prosessorille ja ilman välimuistia toiminta olisi jopa 20 prosenttia hitaampaa.

Välimuisti on itsenäinen muistiyksikkö, joka on sijoitettu esimerkiksi prosessorin ja keskusmuistin väliin. Välimuisti tasaa tiedon kulkua kahden muistin välillä ja nopeuttaa tiedonkulkua. Jos etsittävä tieto löytyy välimuistista, on tiedon luku sieltä nopeampaa kuin perusmuistista. Välimuistiin voidaan tallettaa sekä tietoja (*Data*) että käskyjä (*Instructions*).

Seuraavassa kuvassa on välimuistin sijainti emolevyllä, tärkeimmät oheispiirit sekä tietojen liikkumisjärjestys.



Kuva: Välimuistin sijainti emolevyllä ja tietoliikenne muistien ja prosessorin välillä.

Vanhemmissa ja hitaammissa mikrotietokoneissa ei välimuistia ole. Uudemmat mikrot ovat jo hyvin nopeita ja ne tarvitsevatkin välimuistiratkaisun, jotta keskusmuistin hinta pysyisi kohtuullisena ja se toimisi riittävän nopeasti.

Keskusmuistin välimuistillinen alue

Välimuisti ei pysty välttämättä nopeuttamaan koko mikron keskusmuistialuetta. Yleensä rajana on 64 megatavua, jonka yli menevää muistia välimuistiohjain ei pysty käsittelemään. Raja-arvon määrää emolevyllä oleva piirisarjan tekniikka.

Joissakin tehokkaissa emolevyissä piirisarjat mahdollistavat 0,5 tai jopa 1 gigatavun välimuistillisen keskusmuistin. Joissakin emolevyissä Tag RAM -muistin laajentamisella voidaan kasvattaa välimuistillisen muistialueen kokoa.

On syytä harkita muistin laajentamisen järkevyyttä välimuistin käsittelyrajan yli. Suorituskyky ei ainakaan nouse, mutta esimerkiksi suurten kuvien käsittelyssä muistin laajentaminen voi olla välttämätöntä. Tällöinkin kannattaa harkita emolevyn vaihtoa samalla.

Laite- ja ohjelmatason välimuistit

Välimuisti voidaan toteuttaa joko

- Laitetasolla (piiritaso, *Hardware Cache*)
- Ohjelmatasolla (*Software Cache*)

Jotta välimuisti voisi sijaita prosessorissa tai ohjainkortissa, on ainoa toteutusmahdollisuus laitetason välimuisti. Välimuisti, joka sijaitsee prosessorin ja keskusmuistin välissä toteutetaan laitetasolla eli erillisillä nopeilla muistipiireillä.

Ohjelmallista välimuistia käytetään varsinkin kiintolevyn nopeuttamiseen. Siinä tapauksessa välimuistina käytetään osaa mikron keskusmuistista. Ohjelmallisen välimuistin merkitys on olennaisen tärkeä esimerkiksi Windowsin käytössä, joka lukee toistuvasti samoja tietoja. Ohjelmallinen välimuisti on edullisempi ja sitä voidaankin suositella kaikkiin mikroihin, joissa on riittävästi keskusmuistia välimuistin luomiseen. Laitetasolla toteutettu välimuisti, nopeine piireineen, on kallis ratkaisu. Välimuistin koko ja rakenne vaikuttavat merkittävästi emolevyn hintaan.

Keskusmuistin ja apumuistin välissä oleva välimuisti voidaan toteuttaa ohjelmallisesti tai laitetasolla. Ohjelmallinen toteutus käyttää keskusmuis-

tia ja pääprosessori hoitaa välimuistin ohjauksen. Laitetason välimuistin ohjaus tapahtuu erillisen prosessorin avulla eikä pääprosessori puutu ohjaukseen. Siinä välimuistina käytetään joko apumuistissa tai sen ohjaimessa olevia nopeita muistipiirejä.

Nopeus

Välimuistin nopeus perustuu nopeamman muistin, mutta huomattavasti pienemmän määrän, käyttöön kuin mitä kohdelaitteessa on. Välimuistin nopeus, eli tiedon hakuaika muistipiiriltä, on noin 8 - 30 nanosekuntia (ns), kun tavallisen muistin nopeus on noin 50 - 100 nanosekuntia.

Hakuaika ilmaisee, kuinka nopeasti prosessori voi tietoa piiriltä hakea. Mitä pienempi hakuaika on, sitä nopeammin tieto saadaan luettua. Tiedon löytyessä välimuistista lukunopeus on kertaluokkia nopeampi verrattuna päämuistiin.

Seuraava taulukko näyttää neljän tärkeimmän muistityypin esimerkkinopeudet ja niiden nopeussuhteet. Prosessorin rekisterimuistin kerroin on yksi ja muut on suhteutettu siihen. Mitä suurempi luku, sitä hitaampi muisti on kyseessä. Rekisterimuisti on prosessorissa oleva hyvin pieni muutaman kymmenen tavun kokoinen muisti rekisteritietojen ylläpitoon. Välimuistin tärkeyden ymmärtää helposti lukuja vertaamalla. Varsinkin kiintolevyn yhteydessä välimuistin hyöty on hyvin suuri.

	Hakuaika	**Nopeuskerroin**
Prosessorin rekisterimuisti	10 ns	1
Välimuisti	25 ns	2,5
Päämuisti	70 ns	7
Kiintolevy	12 ms	1 200

Välimuistin tehokkuus perustuu siihen, että prosessorin tarvitsee hakea useita kertoja samoja tietoja. Kun usein tarvittavat tiedot löytyvät nopeasta välimuistista, nopeutuu mikron tietojenkäsittelyteho merkittävästi. Suorituskyvyn mittarina käytetään osumatarkkuutta (*Hit Rate*). Osumatarkkuus ilmoitetaan prosentteina, joka kertoo, kuinka usein haettava tieto on löytynyt välimuistista keskusmuistin sijaan. Hyvän välimuistin suunnitte-

lun ansiosta tiedon osumatarkkuus välimuistista on noin 90%.

Esimerkki kiintolevyn kolmen megatavun välimuistin osumatarkkuudesta, joka on aikaansaatu Windowsin eri ohjelmien käytöllä.

Osumia	**51 107 kpl**	(*Cache Hits*)
Ohihakuja	**1 631 kpl**	(*Cache Miss*)

Hakuja yhteensä 52 738 kappaletta, joten osumatarkkuudeksi tulee varsin hyvä arvo 96,9%. Välimuistin avulla 51 107 hakua on löytynyt muistista kiintolevyltä etsimisen sijaan. Nopeusero näiden muistityyppien välillä on suuri, joten 96,9% tietojen hauista on nopeuttanut ohjelmien käyttöä merkittävästi.

Synkroninen ja synkronoimaton välimuisti

Välimuisti voi olla toteutettuna

- Synkronisena *(Synchronous)*
- Synkronoimattona *(Asynchronous)*

Synkroninen välimuisti käyttää samaa kellotaajuutta kuin prosessori. Tämä ratkaisu on käytössä vain Pentium- ja uudemmissa mikroissa. Näissä SRAM-piireissä on kaksi-bittinen osoitelaskuri, joka automaattisesti generoi Pentiumin purskeosoitteet. Tämän takia näitä SRAM-piirejä kutsutaan nimellä synkroninen purske-SRAM.

Synkronoimaton välimuisti ei toimi prosessorin kellotaajuuden mukaan eikä siinä ole purskelaskuria. Nopeuden ratkaisee emolevyn oheispiireissä *(Chipset)* olevat määritykset.

Fyysisesti synkronisessa QFP-pakatussa SRAM-piirissä on 100 jalkaa. Se on kooltaan 1 Mt ja 32 tai 36 bittiä leveä. Synkronoimattomassa SOJ-pakatussa SRAM-piirissä on 28 jalkaa. Se on kooltaan 256 kt ja 8 bittiä leveä. Näistä seikoista johtuen synkronisessa muistimodulissa on kaksi SRAM-piiriä ja synkronoimattomassa peräti kahdeksan SRAM-piiriä.

Synkroninen rakenne suorittaa luku/kirjoitus-purskesiirron 3-1-1-1 tai 2-1-1-1 kellojaksoissa. Asynkroninen vastaavasti suorittaa siirron 3-2-2-2 tai 4-3-3-3 kellojaksoissa. Näiden perusteella synkroninen on siis selvästi nopeampi.

Synkronista välimuistia voidaan käyttää seuraavilla tekniikoilla

- Syncburst
- Pipeline burst

Syncburstin tehokkain luku/kirjoitus-purskesiirto tapahtuu 2-1-1-1 kellojaksossa ja Pipeline burstin 3-1-1-1 kellojaksossa. Syncburst on siis nopeampi, vai onko? Oheispiirien tekniikka ja mikron kellotaajuus vaikuttavat suuresti suorituskykyyn. 50 MHz väylällä Syncburst on nopeampi, mutta 60 ja 66 MHz väylillä Syncburst voi toimia nopeimmillaan 3-1-1-1 kellojaksotuksella, jolloin ne ovatkin yhtä nopeita.

Syncburst-välimuistimoduuli käyttää Flow-Through- ja Pipeline burst -välimuistimoduuli käyttää Pipelined synchronous SRAM -piirejä. Piirit ovat melkein samanlaisia, mutta Pipelined synchronous SRAM tarvitsee ylimääräisen kellojakson siirtääkseen tietoa pois. Tämän takia Pipelined synchronous SRAM tarvitsee jokaisen toiminnan alkuun kolme kellojaksoa Syncburstin kahta vastaan.

Rakenne

Välimuisti koostuu kolmesta pääosasta

- Ohjain
- Muisti
- Osoitemuisti

Välimuistin ohjainpiiri on välimuistin aivot. Se huolehtii niin tietojen ylläpitämisestä välimuistin muistilohkoissa ja keskustelusta muiden laiteosien kanssa, jotta oikea tieto löytyy mahdollisimman usein välimuistista päämuistin sijaan.

Välimuistin varsinainen muisti on SRAM-tyyppistä ja siellä säilytetään varsinaiset tiedot.

Osoitemuistissa *(Tag RAM, TRAM)* säilytetään SRAM-muistissa olevien tietojen osoitteet. Tag RAM on hyvin pieni SRAM-muisti. Sen koko vaikuttaa myös siihen kuinka suurta osaa keskusmuistista välimuisti pystyy hyödyntämään.

Välimuisti voi olla emolevyllä

- Yksittäisinä SRAM-piireinä *(Static Random Access Memory)*
- Välimuistimoduulina *(COAST)*

SRAM-piireillä toteutettu välimuisti on perinteinen ratkaisu. Välimuisti voidaan asentaa tavallisilla yksittäisillä piireillä emolevylle. Muistin nopeus on noin 15 -30 ns. Tällä tavalla toteutetut välimuistit ovat yleensä kooltaan 32 - 256 kt.

Välimuistimoduuli on uudempi tekniikka. Välimuisti asennetaan SIMM-kamman näköisellä kortilla emolevyllä olevaan välimuistikantaan. Moduuleissa olevat välimuistit ovat myös tehokkaampia toiminnaltaan kuin vanhemmat yksittäisinä piireinä asennettavat välimuistit. Tällä tavalla toteutetut välimuistit ovat kooltaan 256 tai 512 kt.

Välimuistimoduulista puhuttaessa kuulee usein kaksi eri termiä COAST *(Cache On A Stick)* ja CELP *(Card Edge Low Profile)*.

COAST on Intelin kehittämä L2-tason välimuistin kannan standardi. CELP on se emolevyllä oleva fyysinen kanta, joka on tehty COAST-standardin mukaan. CELP-kannan pituus on 4 tuumaa ja se muistuttaa korttipaikan liitäntää ollen vain pienempi.

Koko

80486- ja uudemmissa prosessoreissa on 8 - 16 kilotavun prosessorin sisäinen välimuisti, jota kutsutaan ensisijaiseksi välimuistiksi (L1, *Primary Cache, Internal Cache*). Sen yhteydessä käytetään usein myös erillistä välimuistia, joka on nimeltään toissijainen välimuisti (L2, *Secondary Cache*, *External Cache*). Se sijaitsee erillisillä muistipiireillä emolevyllä ja on kooltaan keskimäärin 32 - 512 kilotavua.

Toissijainen välimuisti nopeuttaa vielä entisestäänkin tietojen käsittelyä, vaikka prosessorin sisäinen muisti olisikin useissa tapauksissa riittävä. Toissijainen välimuisti toimii hiukan ensisijaista hitaammin, koska se on prosessorin ulkopuolella ja rakennettu hitaammilla muistipiireillä. Ulkoisen välimuistin huomattavasti suuremman koon ansiosta siellä voidaan ylläpitää suhteellisen suurta tietomäärää. Aina, kun tieto löytyy välimuistista, on tiedon luku kertaluokkia nopeampi verrattuna päämuistiin.

Välimuistin hallintaa ohjaa siihen suunniteltu ohjain *(Cache Contoller*). Sen tehtävänä on ohjata luku- ja kirjoitusoperaatiot välimuistin ja päämuistin välillä. Lisäksi se ohjaa prosessorin ja muistien käytön välistä ajoitusta, jotta luku- ja kirjoitusoperaatiot osuvat oikeille kellojaksoille.

Kiintolevyn välimuistina käytetään huomattavasti suurempia muistikokoja kuin keskusmuistin välimuistina. Välimuistin koko on oltava suurempi, koska kiintolevyn kapasiteetti on huomattavasti suurempi kuin keskusmuistin. Lisäksi RAM-muistin hinta on SRAM-muistia selvästi edullisempaa. Kiintolevyn välimuistin koko on siis riippuvainen keskusmuistin määrästä, koska siitä lohkaistaan osa kiintolevyn välimuistin käyttöön. Huomioi, että kiintolevyissä on myös niiden sisäistä välimuistia, jonka kokoon ei voi vaikuttaa.

Mikroissa, joissa keskusmuistina on neljän megatavua, on välimuisti keskimäärin 0,5 - 1 megatavua ja kahdeksan megatavun mikroissa 1 - 3 megatavua. Kiintolevyn välimuistin hallintaa ohjaa välimuistiohjelma. Esimerkiksi Windowsin ja DOSin mukana tulee SmartDrive-välimuistiohjelma nimeltään SMARTDRV.EXE. Se asennetaan AUTOEXEC.BAT:iin, jolloin se on automaattisesti käytössä kun tietokone käynnistetään. Huomaa, että Windows 95 ja Windows NT asettavat itse keskusmuistissa olevan välimuistin koon.

Toiminta

Välimuistin tietoja päivitetään säännöllisesti ja nopeaan tahtiin. Luku/kirjoitus-menetelmiä onkin muutamia erilaisia. Ne eroavat toisistaan nopeudeltaan, rakenteeltaan ja hinnaltaan.

Luku

Välimuistista luku voidaan suorittaa kahdella eri päämenetelmällä

- **Look Aside**

  Välimuisti ohjaimineen sijaitsee erillään järjestelmäväylästä. Esimerkiksi prosessori näkee välimuistin ja päämuistin rinnakkain. Sekä välimuisti että päämuisti näkevät väylätapahtumat yhtä aikaa.

Kun prosessori suorittaa lukujakson, tarkistaa välimuistiohjain, löytyykö tieto välimuistista. Jos se löytyy, välimuisti vastaa lukujaksoon ja lopettaa lukujakson. Jos tietoa ei löydy, suorittaa päämuisti lukujaksoon vastaamisen ja sen lopettamisen. Tieto siirretään välimuistiin, josta se seuraavalla kerralla löytyy.

Look Aside -menetelmä on yksinkertainen ja edullinen. Etuna on myös päämuistin nopea vastaaminen lukujaksoon, jos tietoa ei löydy välimuistista. Haittana on, että prosessori ei voi hyödyntää välimuistia, jos toinen laite käyttää päämuistia.

- **Look Through**

Välimuisti ohjaimineen sijaitsee erillään järjestelmäväylästä, mutta ne sijaitsevat kuitenkin prosessorin ja päämuistin välissä. Välimuisti näkee väylätapahtumat aina ennen päämuistia, koska väylätapahtumat kulkevat välimuistin läpi päämuistiin.

Kun prosessori suorittaa lukujakson, tarkistaa välimuistiohjain, löytyykö tieto välimuistista. Jos se löytyy, välimuisti vastaa lukujaksoon, eikä päämuistista edes aleta etsimään kyseistä tietoa. Jos tietoa ei löydy, päästää välimuisti lukujakson päämuistille, joka suorittaa lukujaksoon vastaamisen ja sen lopettamisen. Tieto siirretään välimuistiin, josta se seuraavalla kerralla löytyy.

Menetelmä sallii prosessorin käyttävän välimuistia, vaikka jokin laite käyttäisikin päämuistia. Haittana on monimutkainen rakenne ja kalleus. Lisäksi, jos tietoa ei löydy välimuistista, on tiedon hakeminen päämuistista hitaampaa, koska välimuisti tutkitaan ensin.

Kirjoitus

Kirjoitus välimuistiin voi tapahtuu kahdella eri tavalla: Write-Through- tai Write-Back-tekniikalla.

Write-Through Joka kerta kun prosessori muuttaa tietoa välimuistissa, se kirjoitetaan sekä välimuistiin että päämuistiin.

Write-Back Joka kerta kun prosessori muuttaa tietoa välimuistissa, se kirjoitetaan välittömästi uudestaan välimuistiin. Päämuistiinkirjoitus tapahtuu vain seuraavissa tapauksissa:

- jos koko tietolohko täytyy ylikirjoittaa
- jos jokin laite hakee tietoa päämuistista
- jos ohjausohjelma päättelee, että tieto on ollut liian kauan välimuistissa.

Edellä mainitut välimuistitekniikat ovat käytännössä nopeudeltaan hyvin lähellä toisiaan. Write-Back-tekniikka on vain hiukan tehokkaampi.

Siirrettäessä tietoa päämuistiin, siirretään se aina ensin välimuistiin. Write-Through- ja Write-Back-tekniikat määräävät, milloin tieto kirjoitetaan päämuistiin.

Jos luettaessa tieto löytyy välimuistista päämuistin sijaan, on toiminta nopeampaa.

Ohjaustapa

Välimuistin ohjaustapa on tärkeä välimuistin toiminnan kannalta. Vaihtoehtoja ovat seuraavat:

- Direct-Mapped Cache
- Fully Associative Cache
- Set-Associative Cache (2-,4- tai 8-Set)

Direct-Mapped Cachen yksi muistilohko voi osoittaa useisiin muistilohkoihin päämuistissa. Kun tieto haetaan ja se löytyy välimuistista, on tiedonhaku nopeampi kuin päämuistista hakeminen. Jos useampi pää-

muistin lohko osoittaa välimuistin saamaan lohkoon ja jos ohjelma hakee näitä tietoja, välimuisti joutuu kutsumaan päämuistia. Tällöin nopeusetua ei saavuteta.

Fully Associative Cache toimii eri tavalla. Päämuistin muistilohkot voivat sijaita missä tahansa välimuistissa. Etuna on, että uusimmat tiedot ovat aina välimuistissa. Haittana on hidas haku, koska koko välimuistista suoritettava haku on tehtävä indeksoituna.

Fully Associative välimuistista tieto voidaan hakea peräkkäishakuna tai rinnakkaishakuna. Peräkkäishaku on helppo rakentaa mutta se on hyvin hidas. Muistia selataan järjestyksessä kunnes haluttu tieto löytyy. Rinnakkaishakuakaan ei voida toteuttaa täysin sen vaatiman kalliin ja massiivisen hakujärjestelmän takia.

Set-Associative Cache yhdistää kaksi edellistä tekniikkaa. Välimuisti jaetaan kahteen, neljään tai kahdeksaan ryhmään, jotka sisältävät useita muistipaikkoja. Jokainen tieto päämuistista voi sijaita missä tahansa välimuistin ryhmässä, mutta vain yhdessä paikassa ryhmän sisällä.

Esimerkiksi 2-Way Set-Associative välimuistissa päämuistin tieto voi sijaita kahdessa paikassa. Etuna on myös, että esimerkiksi moniajossa kaksi ohjelmaa voi osoittaa samaan muistilohkoon eri linjoilla. Direct-Mapped Cache joutuisi sulkemaan ja avaamaan linjan ohjelmien toimiessa vuorotellen ja suorituskyky laskee sen sijaan, että välimuisti nopeuttaisi sitä.

Haittana Set-Associative Cachelle on monimutkaisuus ja suhteellinen hitaus verrattuna Direct-Mapped Cacheen. Lisäksi välimuistin on oltava suurempi, sillä sinne on mahduttava myös talletettavan tiedon osoite.

Esimerkiksi Intel 80486-prosessorin sisäinen 8 kt:n välimuisti on rakennettu Write-Through- ja 4-Way-Set-Associative-tekniikalla. Pentium sisältää kaksi 8 kt:n välimuistia, jotka ovat toteutettu Write-Back- ja 2-Way-Set-Associative-tekniikoilla.

Välimuistin avulla saadaan mahdollisimman suuri hyöty prosessorin tehosta. Mitä nopeammin tietoa saadaan luettua muistista sitä nopeammin prosessori voi tietoa käsitellä. Tähän pyritään maksimoimalla tietojen luku nopeammasta välimuistista ja päämuistia pidetään varsinaisena tietovarastona.

Pariteetin tarkastus

Pariteetin tarkistuksen avulla *(Parity Check)* havaitaan mikäli tarkistettavan bittimäärän (yleensä tavu eli 8 bittiä) yksi bitti on muuttunut. Pariteetin tarkistus on käytössä keskusmuistin toiminnan ja joskus myös sarjamuotoisen datan siirron varmistamiseen.

Pariteetin tarkistuksen avulla saadaan tietoon, että jotain on vialla. Sen avulla ei saada selville mikä tavun biteistä on viallinen. Pariteetin tarkistus ei siis ole virheen korjaava toiminto.

Varsinaisen datan sisältämästä tavusta muodostetaan pariteettibitti seuraavasti:

1. Mikäli kysymyksessä on parillinen pariteetti, pitää loogisten ykkösten lukumäärä olla parillinen.

Databitit	**Pariteettibitti**	
00100110	1	Koska datatavussa on "1":ä 3 kpl eli pariton määrä, pitää pariteettibitin olla "1", jotta "1":n kokonaismäärä olisi parillinen.
00100100	0	Koska datatavussa on jo valmiiksi parillinen määrä, eli 2 kpl "1":ä, pariteettibitti on "0".

2. Mikäli kysymyksessä on pariton pariteetti, pitää loogisten ykkösten lukumäärä olla pariton.

Databitit	**Pariteettibitti**	
00100110	0	Koska datatavussa on jo valmiiksi pariton määrä eli 3 kpl "1":ä, pariteettibitti on "0".
00100100	1	Koska "1":ä on datatavussa 2 kpl eli parillinen määrä, pitää pariteettibitin olla "1", jotta "1":n kokonaismäärä olisi pariton.

Pariteetin tarkistuksessa muodostetaan databittien pariteetti uudelleen ja verrataan tulosta olemassa olevaan pariteettibittiin. Mikäli tulos ei täsmää on yksi bitti databiteistä (tai pariteettibitti) vaihtanut tilaansa "0"sta "1":een tai päin vastoin.

00100110 1 parillinen pariteetti, OK
00110110 1 parillinen pariteetti, ei OK
↑ virheellinen bitti

Mikäli kaksi bittiä vaihtaa tilaansa samanaikaisesti, ei pariteetintarkistus asiaa huomaa:

00100110 1 parillinen pariteetti, OK
10110110 1 parillinen pariteetti, OK
↑ ↑ virheelliset bitit

Keskusmuistin pariteettitarkastus

Pariteettibitti muodostetaan laitetasolla, eli mikropiireillä, jotka huolehtivat automaattisesti keskusmuistin tavujen pariteetintarkistuksesta.

Varsinainen keskusmuisti								**Pariteetti-bitti**
0	1	0	0	1	1	1	0	**0**
0	0	1	1	1	0	1	1	**1**
1	0	0	0	1	1	1	0	**0**

Huomaa, että esimerkiksi SIMM-kammassa (esim. 8+1 bittiä * 1024 kb = 1024 kt) pariteettibittiä ei lasketa mukaan muistin määrään.

Pariteettivirheen tapahtuessa CPU:lle menevä NMI-linja aktivoidaan, jolloin tapahtuu estämätön keskeytys. Seurauksena on virheilmoitus ja koneen toiminnan pysähtyminen.

Joidenkin koneiden BIOS mahdollistaa pariteetintarkistuksen ottamisen pois päältä, jolloin kone ei pariteettivirheen sattuessa jumiudu. Riippuen virheellisen muistipaikan sijainnista, jossakin kohdassa keskusmuistissa olevaa ohjelmakoodia tai tietoa on kuitenkin virhe. Jos virhe on ohjelmakoodissa, saattaa ohjelman toiminta muuttua. Jos virhe on datassa, saattaa esimerkiksi käsiteltävän tekstin tai taulukon sisältö muuttua.

6. VÄYLÄ

Tietoväylä *(Data Bus)* toimii tiedonsiirtotienä, jota pitkin tietoa kuljetetaan. Esimerkiksi prosessorin ja muistin välinen liikenne tapahtuu tietoväylän avulla. Tietoväylien leveydet vaihtelevat prosessorityyppien mukaan.

Korttipaikkojen väyläleveydet ovat eri asia, vaikka silloinkin puhutaan väylästä *(Data Bus)*. Korttipaikkojen väyläleveydet ovat riippuvaisia niiden omista määrityksistä, ei prosessorin väyläleveydestä. Näihin korttipaikkoihin kiinnitetään mikroon kytkettävät lisäkortit kuten esimerkiksi näytönohjain, kiintolevyohjain ja sarja- ja rinnakkaisliitäntäohjain. Toki ne voivat sijaita suoraan emolevylläkin, mutta silloinkin tieto kulkee määritellyllä väylätekniikalla.

Monia vuosia korttipaikkojen väylätekniikka on ollut prosessoritekniikkaa jäljessä. Ensimmäisissä PC-mikroissa PC-väylän leveys ja nopeus olivat samat kuin prosessorilla eli 4,77 MHz ja 8 bittiä. Prosessoreiden kehittyessä väylätekniikka jäi pitkäksi aikaa polkemaan lähes paikalleen. Esimerkiksi 386-mikroissa on käytetty 16-bittistä ja 8 MHz taajuudella toimivaa ISA-väylää, vaikka prosessori on 32-bittinen ja ulkoisesti 50 MHz taajuudella toimiva.

Korttipaikan väylä on melkoinen hidastava tekijä. Vielä uusissa Pentium Pro -mikroissakin käytetään ISA-väyliä tehokkaampien paikallisväylien lisänä. Sillä taataan yhteensopivuus joidenkin lisäkorttien kanssa sekä kaikki kortit eivät välttämättä tarvitse nopeampaa väylää.

PC-mikroissa käytetään tällä hetkellä neljää eri väylätekniikkaa. Yleisin on ISA-väylä, jota kutsutaan myös AT-väyläksi. EISA-väylä on tehokkaampi ja siihen sopivat sekä EISA- että ISA-laajennuskortit. MCA- eli mikrokanavaväylää käytetään lähinnä vain tehokkaammissa IBM PS/2 -sarjan mikroissa. Paikallisväylä on neljäs vaihtoehto, joka eroaa edellisistä siinä, että se on suora väylä prosessorista laajennuskortille. Paikallisväylästäkin on kaksi eri versiota, joista toista ei enää käytetä uusissa mikroissa. Mikrossa ei ole koskaan pelkkiä paikallisväyläpaikkoja, vaan osa laajennuspaikoista on esimerkiksi ISA-väyläisiä.

Mikroihin on vakiintunut ISA- ja paikallisväyläpaikkojen yhdistelmä. Molempia on keskivertomikrossa 3 - 4 kappaletta.

Seuraavassa taulukossa esitetään prosessoreiden tietoväylien leveydet sekä eri korttipaikkastandardien leveydet. Myös kellotaajuudet on mainittu. Taulukosta näet mitä väyliä minkäkin prosessorin kanssa voi olla ja ennen kaikkea miten väylätekniikka todellakin on mikron käytössä hidastava tekijä.

Väylä ja prosessori

Väylä	PC	ISA	EISA	MCA	VL-BUS	PCI
Väylän leveys	8-bit	16-bit	32-bit	32-bit	32-64 bit	32-64 bit
Väylän kellotaajuus	4 - 8 MHz	8 MHz	8,33 MHz	10 MHz	25-50 MHz	25-33 MHz
8088 (8-bit, 4,7 - 8 MHz)	X	-	-	-	-	-
80286 (16-bit, 8 - 25 MHz)	X	X	-	-	-	-
80386 (32-bit, 16 - 33 MHz)	X	X	X	X	-	-
80486 (32-bit, 20 - 66 MHz)	X	X	X	X	X	X
Pentium (64-bit, 60 - 166 MHz)	X	X	X	X	-	X
Pentium Pro (64-bit, 150 - 200 MHz)	X	X	X	X	-	X
Pentium II (64-bit, 200 - 300 MHz)	X	X	X	X	-	X

Huomaa, että esimerkiksi Pentiumissa voi olla melkein kaikkia väylärat-kaisuja, mutta ei sentään yhtä aikaa.

PC-väylä

PC-väylä esiteltiin ensimmäisessä IBM PC -mikrotietokoneessa vuonna 1981. Tässä väylätekniikassa ei ollut juuri mitään uutta muiden prosessoreiden väylätekniikoihin verrattuna.

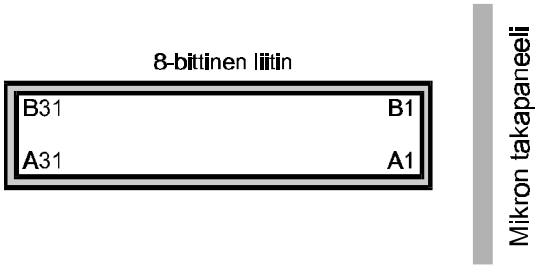
PC-väylä on yksinkertainen, mutta riittävän tehokas 8088-prosessorille. Toisaalta se oli aikanaan lähes paikallisväylätasoinen, sillä PC-väylä toimi prosessorin kellotaajuudella ja tietoväyläleveydellä. Arvot olivat tuohon aikaan 4,77 MHz ja 8 bittiä.

PC-väylä sisältää 20 osoitelinjaa ja siten se pystyy osoittamaan muistia yhden megatavuun, joka onkin 8088/86-prosessorin suurin määrä. Keskeytyksiä se tuntee maksimissaan kahdeksan ja DMA-kanavia 4. I/O-portteja on käytettävissä 1 024 kappaletta.

PC-väylän suurin teoreettinen tiedonsiirtonopeus on 2,38 Mt/s 4,77 MHz kellotaajuudella. Tämän voi laskea siitä, että jokaiseen tiedon lukuun tarvitaan kaksi kellojaksoa: ensimmäinen osoitteeseen ja toinen tiedon siirtoon.

Pinnijärjestys

Seuraavassa taulukossa on 8-bittisen PC-väylän pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



PC-väylä				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	Ground		A1	Input/Output Channel Check
B2	Reset DRV		A2	Data 7
B3	+5 V		A3	Data 6

B4	IRQ 2		A4	Data 5
B5	-5 V		A5	Data 4
B6	DRQ 2		A6	Data 3
B7	-12 V		A7	Data 2
B8	Card Selected		A8	Data 1
B9	+12 V		A9	Data 0
B10	Ground		A10	Input/Output Channel Ready
B11	Real Memory Write		A11	Address Enable
B12	Real Memory Read		A12	Address 19
B13	Input/Output Write		A13	Address 18
B14	Input/Output Read		A14	Address 17
B15	DACK 3		A15	Address 16
B16	DRQ 3		A16	Address 15
B17	DACK 1		A17	Address 14
B18	DRQ 1		A18	Address 13
B19	Refresh		A19	Address 12
B20	Clock		A20	Address 11
B21	IRQ 7		A21	Address 10
B22	IRQ 6		A22	Address 9
B23	IRQ 5		A23	Address 8
B24	IRQ 4		A24	Address 7
B25	IRQ 3		A25	Address 6
B26	DACK 2		A26	Address 5
B27	Terminal Count		A27	Address 4
B28	Address Latch Enable		A28	Address 3
B29	+5 V		A29	Address 2
B30	Oscillator		A30	Address 1
B31	Ground		A31	Address 0

DACK = DMA Acknowledge
DRQ = DMA Request
IRQ = Interrupt Request

ISA-väylä

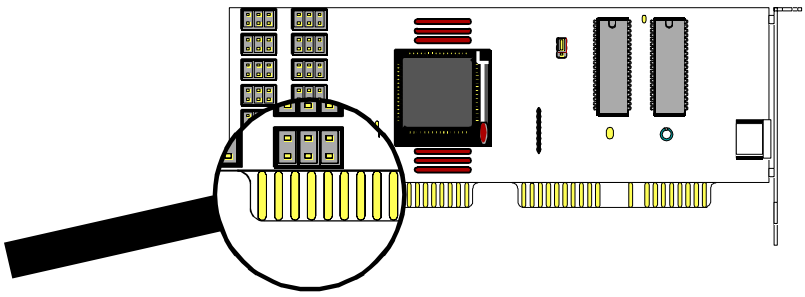
ISA *(Industry Standard Adapter*) eli AT-väylä oli ensimmäistä kertaa IBM AT -mikrossa, joka julkistettiin vuonna 1984. Koska 286-prosessori on 16-bittinen, oli 8-bittinen PC-väylä liian rajoitteinen tähän mikroon.

ISA-väylä on kuitenkin kehitetty PC-väylän pohjalta. Perusliitäntäosa on sama kuin PC-väylässä ja sen perään on liitetty hieman lyhyempi lisäliitäntä. ISA-väylä on 16-bittinen, joten se on nopeampi ja se pystyy osoittamaan suurempia muistimääriä.

ISA-väylän etuna on että, siinä voidaan käyttää myös vanhempia 8-bittisiä lisäkortteja.

Ensimmäinen AT-väylä käyttää 6 MHz kellotaajuutta ja 16 bitin tietoväylää kuten prosessorikin. Seuraavat 286-mikrot toimivat jo 8 megahertsin kellotaajuudella ja väylän kellotaajuus nostettiin myös 8 megahertsiin. Tässä vaiheessa väyläratkaisut olivat siis varsin nopeita prosessoriin verrattuna. Tähän tasoon AT-väylä onkin sitten jäänyt näihin päiviin asti.

Uusissa mikroissa voidaan AT-väylän kellotaajuutta nostaa aina 12 megahertsiin asti, mutta prosessorin kellotaajuudesta se on kaukana jäljessä. Lisäksi osa liitäntäkorteista ei toimi näin suurella nopeudella. Vanhempien lisäkorttien kanssa saattaa tulla ongelmia, sillä ne on suunniteltu toimimaan vain 8 megahertsin taajuudella. Jos lisäkortit eivät pysy suuremmassa nopeudessa mukana, on seurauksena mikron jumiutuminen.



Kuva: ISA-väyläkortti.

ISA-väylä toimii useimmin 8 megahertsin kellotaajuudella, mikä on varsin pieni arvo huomioiden nopeimpien prosessorien 66 megahertsin ulkoisen kellotaajuuden. Kellotaajuuden lisäksi ISA-väylän leveyskin on jäänyt jälkeen tehokkaampien prosessoreiden 64-bittisestä väylärakenteesta.

AT-väylän kellotaajuus ei ole aina sama kuin prosessorilla, kuten edellisistä esimerkeistä voi huomata. AT-väylä käyttää joko omaa kidettä tai prosessorin kellotaajuus jaetaan tietyllä luvulla, jolloin saadaan haluttu kellotaajuus. Esimerkiksi 33 MHz kellotaajuus voidaan jakaa neljällä, jolloin väylän taajuudeksi tulee 8,25 MHz.

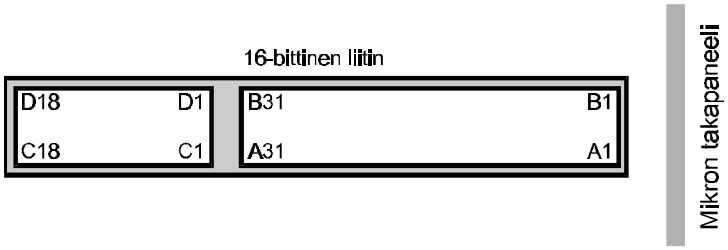
AT-väylä mahdollistaa 16 megatavun muistiavaruuden osoittamisen, sekä useampia keskeytyksiä ja DMA-kanavia. Lisäksi AT-väylään on lisätty toiminto, joka ilmoittaa systeemille onko korttipaikkaan liitetty 8- vai 16-bittinen lisäkortti. Vaikka AT-väylä on laajempi kuin PC-väylä, on I/O-porttien määrä sama eli 1 024 kappaletta. Tällä on varmistettu PC-lisäkorttien yhteensopivuus AT-väylässä.

AT-väylän suurin teoreettinen tiedonsiirtonopeus 8 MHz kellotaajuudella on 8 Mt/s.

Vuonna 1993 Intel ja Microsoft julkaisivat Plug and Play ISA -määrityksen. Tämän avulla ISA-kortti voidaan asentaa korttipaikkaan ilman minkäänlaisia jumpperointimäärityksiä. Systeemi hakee itse vapaana olevat resurssit ja asentaa ne. Sekä lisäkortin, ISA-väylän että käyttöjärjestelmän täytyy tukea Plug and Play -standardia. Plug and Play on tullut monelle tutuksi lähinnä paikallisväyläratkaisuissa.

Pinnijärjestys

Seuraavassa taulukossa on 16-bittisen ISA-väylän pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



ISA-väylä				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	Ground		A1	Input/Output Channel Check
B2	Reset DRV		A2	Data 7
B3	+5 V		A3	Data 6
B4	IRQ 2		A4	Data 5
B5	-5 V		A5	Data 4
B6	DRQ 2		A6	Data 3
B7	-12 V		A7	Data 2
B8	Card Selected		A8	Data 1
B9	+12 V		A9	Data 0
B10	Ground		A10	Input/Output Channel Ready
B11	Real Memory Write		A11	Address Enable
B12	Real Memory Read		A12	Address 19
B13	Input/Output Write		A13	Address 18
B14	Input/Output Read		A14	Address 17
B15	DACK 3		A15	Address 16
B16	DRQ 3		A16	Address 15
B17	DACK 1		A17	Address 14
B18	DRQ 1		A18	Address 13
B19	Refresh		A19	Address 12
B20	Clock		A20	Address 11
B21	IRQ 7		A21	Address 10

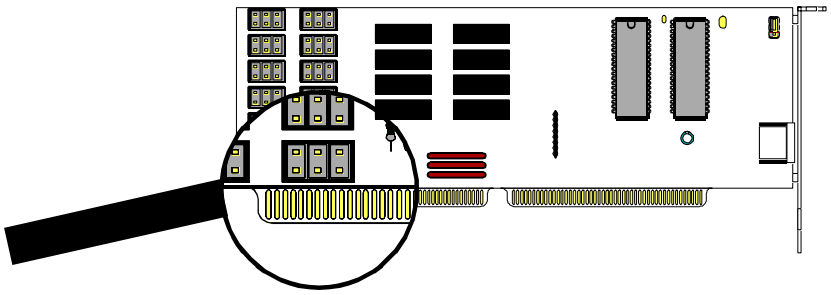
B22	IRQ 6		A22	Address 9
B23	IRQ 5		A23	Address 8
B24	IRQ 4		A24	Address 7
B25	IRQ 3		A25	Address 6
B26	DACK 2		A26	Address 5
B27	Terminal Count		A27	Address 4
B28	Address Latch Enable		A28	Address 3
B29	+5 V		A29	Address 2
B30	Oscillator		A30	Address 1
B31	Ground		A31	Address 0

D1	Memory 16-bit Chip Select		C1	System Bus High Enable
D2	I/O 16-bit Chip Select		C2	Unlatched Address 23
D3	IRQ 10		C3	Unlatched Address 22
D4	IRQ 11		C4	Unlatched Address 21
D5	IRQ 12		C5	Unlatched Address 20
D6	IRQ 15		C6	Unlatched Address 19
D7	IRQ 14		C7	Unlatched Address 18
D8	DACK 0		C8	Unlatched Address 17
D9	DRQ 0		C9	Memory Read
D10	DACK 5		C10	Memory Write
D11	DRQ 5		C11	Data 8
D12	DACK 6		C12	Data 9
D13	DRQ 6		C13	Data 10
D14	DACK 7		C14	Data 11
D15	DRQ 7		C15	Data 12
D16	+5 V		C16	Data 13
D17	Master		C17	Data 14
D18	Ground		C18	Data 15

DACK = DMA Acknowledge
DRQ = DMA Request
IRQ = Interrupt Request

MCA-väylä

MCA-väylä (*Microchannel Architecture*) eli mikrokanava on IBM:n kehittämä väyläratkaisu. Ensimmäinen PS/2-mikro mikrokanavaväylällä julkistettiin 2.4.1987. Mikrokanava on täysin epäyhteensopiva ISA-väylän kanssa. Huomaa, että korttipaikan liitin on erikokoinen, jotta ISA-korttia ei vahingossa asenneta MCA-paikkaan.



Kuva: MCA-väyläkortti.

IBM kehitti MCA:n, koska ISA-väylän varsin hidas tiedonsiirtokyky alkoi olla rajoituksena tehokkaammille operaatioille. MCA:n suurin tiedonsiirtonopeus on 10 MHz taajuudella 20 Mt/s.

Mikrokanavaa käytetään lähes yksinomaan IBM:n tehokkaammissa mikrotietokoneissa, koska IBM on edullisimmissa malleissa luopunut siitä korkeiden kustannusten takia. Varsinainen väylä ei ole kallis, mutta siihen hankittavat lisäkortit ovat harvinaisia ja jonkin verran kalliimpia. Muut mikronvalmistajat eivät ole olleet kovinkaan kiinnostuneita MCA-ratkaisusta sen kalliiden lisenssimaksujen takia. Tämä taas nopeutti entisestäänkin mikrokanavan ennenaikaista putoamista markkinoilta.

Mikrokanavaväylä on 32-bittinen ja se mahdollistaa lisäkorttien ohjelmallisen asetusten muokkaamisen POSin (*Programmable Option Select*) avulla. Jumppereita ja dippikytkimiä ei tarvita, vaan kaikki määritykset hoidetaan vianmääritys/diagnostiikkalevykkeellä olevan asennusohjelman avulla. Itse kortti on noin 30% matalampi kuin ISA-kortit.

Peruskellotaajuutena on vain 10 MHz, mikä on yllättävän pieni tehonlisäys ISA-väylään verrattuna. Joissakin MCA-väylissä saatettiin käyttää jopa 16 MHz kellotaajuutta. Kellotaajuus ei ole kuitenkaan se ratkaisevin tehomittari vaan se on väylän rakenne.

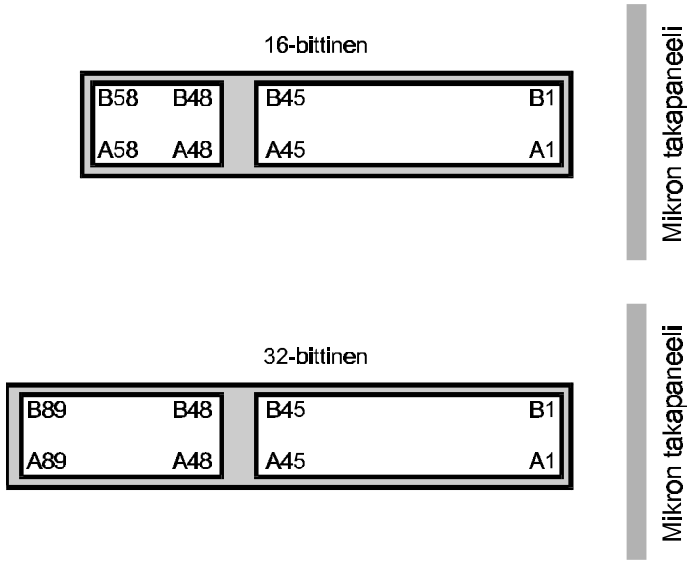
MCA on suunniteltu alusta lähtien tehokkaaseen tiedonsiirtoon, joten se on käytännössä huomattavastikin ISA-väylää nopeampi.

MCA-standardi sallii 4 gigatavun muistinosoituksen, mutta IBM rakensi vain 16 megatavun maksimimuistimäärän tuotteita. Tämä arvo on sama kuin ISA-väylässä. Sen sijaan MCA käyttää huomattavasti enemmän I/O-portteja eli 65 536 kappaletta.

Keskeytysrakenne on sama kuin ISA-väylässä, mutta keskeytyksiä voidaan jakaa. Tämä mahdollistaa huomattavasti suuremman lisälaitemäärän asentamisen.

Pinnijärjestys

Seuraavassa taulukossa on mikrokanavaväylän pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



MCA-väylä				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	Audio Ground		A1	Card Setup
B2	Audio		A2	Memory Address Enable 24
B3	Ground		A3	Ground
B4	Oscillator (14,3 MHz)		A4	Address 11

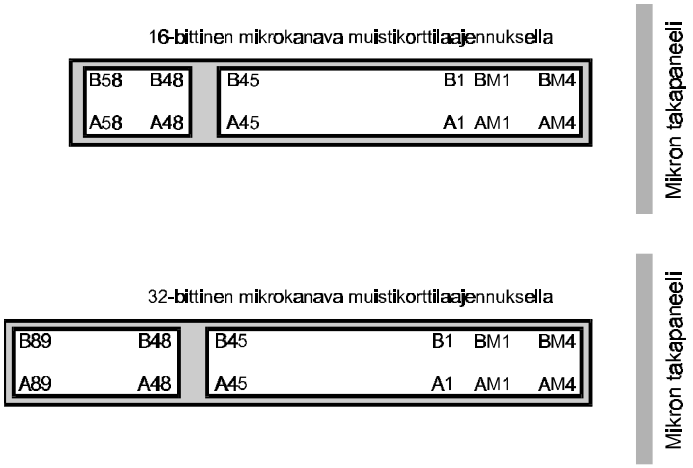
B5	Ground		A5	Address 10
B6	Address 23		A6	Address 9
B7	Address 22		A7	+5 V
B8	Address 21		A8	Address 8
B9	Ground		A9	Address 7
B10	Address 20		A10	Address 6
B11	Address 19		A11	+5 V
B12	Address 18		A12	Address 5
B13	Ground		A13	Address 4
B14	Address 17		A14	Address 3
B15	Address 16		A15	+5 V
B16	Address 15		A16	Address 2
B17	Ground		A17	Address 1
B18	Address 14		A18	Address 0
B19	Address 13		A19	+12 V
B20	Address 12		A20	Address Decode Latch
B21	Ground		A21	Preempt
B22	IRQ 9		A22	Burst
B23	IRQ 3		A23	-12 V
B24	IRQ 4		A24	Arbitration Line 0
B25	Ground		A25	Arbitration Line 1
B26	IRQ 5		A26	Arbitration Line 2
B27	IRQ 6		A27	-12 V
B28	IRQ 7		A28	Arbitration Line 3
B29	Ground		A29	Arbitration/Grant
B30	Data Parity Enable		A30	Terminal Count
B31	Data Parity 0		A31	+5 V
B32	Channel Check		A32	Status 0
B33	Ground		A33	Status 1
B34	Command		A34	Memory/Input Output
B35	Channel Ready Return		A35	+12 V
B36	Card Selected Feedback		A36	Card Channel Ready
B37	Ground		A37	Data 0
B38	Data 1		A38	Data 2

B39	Data 3		A39	+5 V
B40	Data 4		A40	Data 5
B41	Ground		A41	Data 6
B42	Channel Reset		A42	Data 7
B43	Streaming Data Strobe		A43	Ground
B44	Streaming Data Request		A44	Data Size 16 Return
B45	Ground		A45	Refresh
B46	Access Key		A46	Access Key
B47	Access Key		A47	Access Key
B48	Data 8		A48	+5 V
B49	Data 9		A49	Data 10
B50	Ground		A50	Data 11
B51	Data 12		A51	Data 13
B52	Data 14		A52	+12 V
B53	data 15		A53	Data Parity 1
B54	Ground		A54	System Byte High Enable
B55	IRQ 10		A55	Card Data Size 16
B56	IRQ 11		A56	+5 V
B57	IRQ 12		A57	IRQ 14
B58	Ground		A58	IRQ 15
B59	Reserved		A59	Reserved
B60	Reserved		A60	Reserved
B61	Reserved		A61	Ground
B62	Reserved		A62	Reserved
B63	Ground		A63	Reserved
B64	Data 16		A64	Reserved
B65	Data 17		A65	+12 V
B66	Data 18		A66	Data 19
B67	Ground		A67	data 20
B68	Data 22		A68	Data 21
B69	Data 23		A69	+5 V
B70	Reserved		A70	Data 24
B71	Ground		A71	Data 25
B72	Data 27		A72	Data 26

B73	Data 28		A73	+5 V
B74	Data 29		A74	Data 30
B75	Ground		A75	Data 31
B76	BE 0		A76	Reserved
B77	BE 1		A77	+12 V
B78	BE 2		A78	BE 3
B79	Ground		A79	DS 32 RTN
B80	TR 32		A80	CD DS 32
B81	Address 24		A81	+5 V
B82	Address 25		A82	Address 26
B83	Ground		A83	Address 27
B84	Address 29		A84	Address 28
B85	Address 30		A85	+5 V
B86	Address 31		A86	Reserved
B87	Ground		A87	Reserved
B88	Reserved		A88	Reserved
B89	Reserved		A89	Ground

Access Key = Pinnien tilalla on loveus

Muistikorttilaajennusväylässä liittimen alkupäähän tulee lisää pinnejä. Tätä väyläratkaisua on käytetty hyvin harvoissa mikrokanavamikroissa, esimerkkinä kuitenkin IBM Model 70 ja 80.

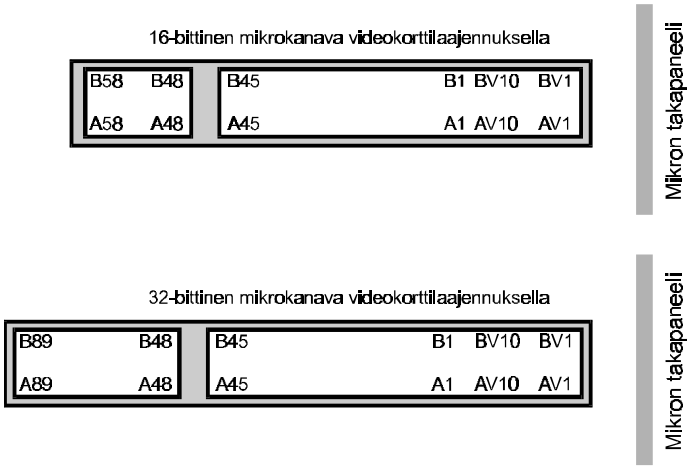


MCA-väylän muistikorttilaajennus

Pinni	Signaali		Pinni	Signaali
BM4	Ground		AM4	Reserved
BM3	Reserved		AM3	MMC CMD
BM2	MMCR		AM2	Ground
BM1	Reserved		AM1	MMC

Videolaajennusväylässä liittimen alkupäähän tulee lisää pinnejä. Tämä väylä esiintyy hyvin monessa mikrokanavamikrossa. Siihen asennetaan nopea näytönohjain.

Emolevyllä olevaa näytönohjainta ei tarvitse kytkeä erikseen pois päältä. Uusi näytönohjain käyttää joitakin emolevyn näytönohjaimen toimintoja hyväkseen. Tyypillisesti näitä väyläpaikkoja mikrossa on vain yksi.



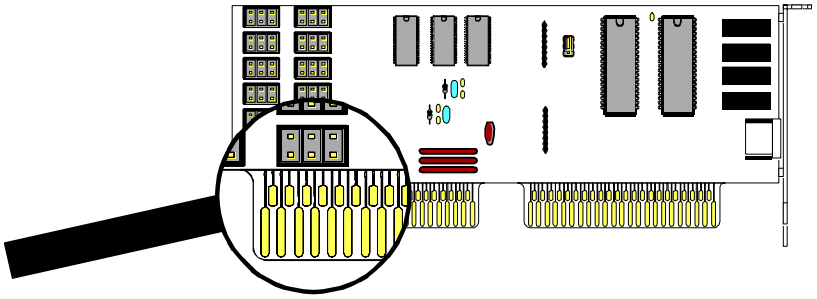
MCA-väylän videolaajennus

Pinni	Signaali		Pinni	Signaali
BV10	ESYNC		AV10	VSYNC
BV9	Ground		AV9	HSYNC
BV8	P5		AV8	BLSNK
BV7	P4		AV7	Ground
BV6	P3		AV6	P6
BV5	Ground		AV5	EDCLK
BV4	P2		AV4	DCLK
BV3	P1		AV3	Ground
BV2	P0		AV2	P7
BV1	Ground		AV1	EVIDEO

EISA-väylä

Mikrokanavan korkeiden lisenssimaksujen takia merkittävimmät tietokonevalmistajat (Compaq, AST, Zenith, AT&T ja muutama muu) kehittivät EISA-väylän vuonna 1988. Sen tarkoitus oli korvata ISA-väylä kokonaan nopeammalla ja monipuolisemmalla väyläratkaisulla. Yksi tärkeä syy oli myös IBM:n mikrokanava-väylän korkeat lisenssimaksut, jotka aikaansaivat EISA:n kehityksen aikaan.

EISA-väylä on kehitetty myös takaamaan ISA-korttien yhteensopivuus. EISA-paikkaan asennettu ISA-kortti toimii kuitenkin yhtä hitaasti kuin ISA-väylässäkin. Itse asiassa EISA-väylässä on sisäänrakennettu ISA-väylä. Vain EISA-lisäkorteilla voidaan saavuttaa EISA-väylän tuoma lisäteho.



Kuva: EISA-väyläkortti.

EISA-kortit ovat fyysiseltä kooltaan saman kokoisia kuin ISA-kortit. Ainoastaan liitäntäosa on hieman kookkaampi johtuen suuremmasta pinnimäärästä. EISA-liitäntäpaikka on rakennettu siten, että ISA-kortti menee vain puoleen väliin ja EISA-kortti pohjaan asti. Tällöin ISA-kortti ei joudu kosketuksiin pohjimmaisten EISA-kosketusnastojen kanssa.

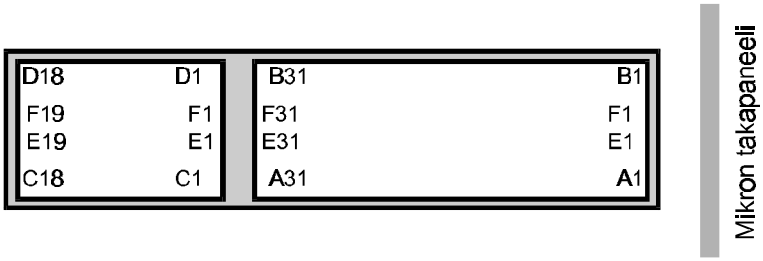
EISA on 32-bittinen ja se toimii 8,33 MHz kellotaajuudella. Suurin tiedonsiirtonopeus on siten 33 Mt/s.

EISA ei ole yleistynyt valmistajien odottamalla tavalla. Osasyynä on varmasti EISA-väylän pieni kellotaajuus, joka on maksimissaan vain 8,33 MHz. Lisäksi EISA-mikrot ovat kalliita, kuten myös EISA-lisäkortit.

Paikallisväyläratkaisu onkin muodostunut ISA-väylän kanssa yleisimmäksi ratkaisuksi tehostaa väylän nopeutta lisäkorteille.

Pinnijärjestys

Seuraavassa taulukossa on EISA-väylän pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa. Huomaa, että pinnirivit A ja B ovat samat, kuin ISA-väylässä. Alempana olevat EISA-pinnit on kuvattu taulukon reunoilla.



EISA-väylä						
Alempi signaali	**Pinni**	**Ylempi signaali**		**Pinni**	**Ylempi signaali**	**Alempi signaali**
Ground	B1	Ground		A1	Input/Output Channel Check	CMD
+5 V	B2	Reset DRV		A2	Data 7	START
+5 V	B3	+5 V		A3	Data 6	EXRDY
Reserved	B4	IRQ 2		A4	Data 5	EX32
Reserved	B5	-5 V		A5	Data 4	Ground
Access Key	B6	DRQ 2		A6	Data 3	Access Key
Reserved	B7	-12 V		A7	Data 2	EX16
Reserved	B8	Card Selected		A8	Data 1	SLBURST
+12 V	B9	+12 V		A9	Data 0	MSBURST
M-1O	B10	Ground		A10	Input/Output Channel Ready	W-R
Lock	B11	Real Memory Write		A11	Address Enable	Ground
Reserved	B12	Real Memory Read		A12	Address 19	Reserved
Ground	B13	Input/Output Write		A13	Address 18	Reserved
Reserved	B14	Input/Output Read		A14	Address 17	Reserved
BE 3	B15	DACK 3		A15	Address 16	Ground

Access Key	B16	DRQ 3	A16	Address 15	Access Key
BE 2	B17	DACK 1	A17	Address 14	BE 1
BE 0	B18	DRQ 1	A18	Address 13	Address 31
Ground	B19	Refresh	A19	Address 12	Ground
+5 V	B20	Clock	A20	Address 11	Address 30
Address 29	B21	IRQ 7	A21	Address 10	Address 28
Ground	B22	IRQ 6	A22	Address 9	Address 27
Address 26	B23	IRQ 5	A23	Address 8	Address 25
Address 24	B24	IRQ 4	A24	Address 7	Ground
Access Key	B25	IRQ 3	A25	Address 6	Access Key
Address 16	B26	DACK 2	A26	Address 5	Address 15
Address 14	B27	Terminal Count	A27	Address 4	Address 13
+5 V	B28	Address Latch Enable	A28	Address 3	Address 12
+5 V	B29	+5 V	A29	Address 2	Address 11
Ground	B30	Oscillator	A30	Address 1	Ground
Address 10	B31	Ground	A31	Address 0	Address 9

Address 8	D1	Memory 16-bit Chip Select	C1	System Bus High Enable	Address 7
Address 6	D2	I/O 16-bit Chip Select	C2	Unlatched Address 23	Ground
Address 5	D3	IRQ 10	C3	Unlatched Address 22	Address 4
+5 V	D4	IRQ 11	C4	Unlatched Address 21	Address 3
Address 4	D5	IRQ 12	C5	Unlatched Address 20	Ground
Access Key	D6	IRQ 15	C6	Unlatched Address 19	Access Key
Data 16	D7	IRQ 14	C7	Unlatched Address 18	Data 17
Data 18	D8	DACK 0	C8	Unlatched Address 17	Data 19
Ground	D9	DRQ 0	C9	Memory Read	Data 20
Data 21	D10	DACK 5	C10	Memory Write	Data 22
Data 23	D11	DRQ 5	C11	Data 8	Ground
Data 24	D12	DACK 6	C12	Data 9	Data 25

Ground	D13	DRQ 6		C13	Data 10	Data 26
Data 27	D14	DACK 7		C14	Data 11	Data 28
Access Key	D15	DRQ 7		C15	Data 12	Access Key
Data 29	D16	+5 V		C16	Data 13	Ground
+5 V	D17	Master		C17	Data 14	Data 30
+5 V	D18	Ground		C18	Data 15	Data 31
MAKx	D19			C19		MREQx

DACK = DMA Acknowledge
DRQ = DMA Request
IRQ = Interrupt Request
Access Key = Pinnien tilalla on loveus

Paikallisväylä

Paikallisväylä (*Local Bus*) on yleistynyt uusissa tehokkaissa mikrotietokoneissa. Se on suora väylä prosessorista lisäkortille ja tiedonsiirto lisäkortille tapahtuu huomattavasti nopeammin kuin 8 MHz AT-väylää pitkin.

Paikallisväylässä toimitaan prosessorin kellotaajuudella ja prosessorin väylän leveydellä. Tähänkin löytyy kuitenkin poikkeukset, koska prosessorien nopeus kasvaa yhä kiihtyvällä vauhdilla.

Vanhin paikallisväylä on PC-väylä. Se toimii 8-bitin väyläleveydellä ja 4,77 MHz kellotaajuudella, kuten 8088-prosessorikin. Tämän jälkeen väylät ovatkin jääneet prosessorikehityksestä jälkeen.

Paikallisväylästä on tällä hetkellä kaksi standardia:

- VL-Bus, VLB *(VESA Local Bus)*
- Intel PCI *(Peripheral Component Interconnect)*

Huomaa, että VL-Bus- ja PCI-paikallisväylät eivät ole keskenään yhteensopivia. Molemmat väylät on kehitetty aikanaan todellisiksi paikallisväyliksi, jotka toimisivat prosessorin nopeudella ja väyläleveydellä.

VLB noudattaa edelleen tarkasti paikallisväylän toimintaperiaatetta, eikä se sen takia toimi Pentium-mikroissa. Paikallisväylässä olevat lisäkortit eivät toimisi Pentiumin suurilla kellotaajuuksilla. VLB häviää 486-mikrojen jäädessä pois käytöstä.

PCI-väylän ratkaisuissa on jouduttu luopumaan todellisesta paikallisväyläratkaisusta ja siinä on tyydytty 33 MHz maksimikellotaajuuteen. Rakenne on kuitenkin hyvin lähellä paikallisväylää edelleen, joten sitä kutsutaan paikallisväyläksi. 33 MHz kellotaajuus mahdollistaa lisäkorttien toimimisen luotettavasti.

VLB- ja PCI-paikallisväylää käytettäessä tieto siirtyy 32- tai 64-bittistä väylää pitkin suurella kellotaajuudella. Väylän leveys onkin moninkertainen leveydeltään ja kellotaajuudeltaan verrattuna esimerkiksi ISA-väylään. Tiedonsiirto paikallisväylää pitkin on siis merkittävästi nopeampaa kuin perinteisten väylien kautta.

Molemmat paikallisväylät käyttävät Bus Mastering -toimintoa, jolla lisäkortti kontrolloi väyläliikennettä ja vapauttaa prosessorin muihin tehtä-

viin. Lisäkortti lähettää kyselysignaalin systeemille ja kun se saa vastauksen, se aloittaa tiedonsiirron. Ratkaisu nopeutta mikron toimintaa. Huomaa, että esimerkiksi näytönohjain ja SCSI-kortti on oltava aina Bus Mastering -paikassa.

Bus Mastering -toiminnon saa päälle tai pois mikron SetUp-ohjelmasta. Joissakin emolevyissä Bus Mastering -toimintoa ei saa päälle kaikkiin paikallisväyläpaikkoihin. Tällöin kortit on sijoitettava niin, että Bus Mastering -toimintoa vaativat kortit ovat niillä paikoilla.

Paikallisväylä on suhteellisen uusi asia PC-mikroissa, mutta esimerkiksi Macintosh-, Amiga- ja Unix-koneissa se on ollut jo pidemmän aikaa.

Paikallisväyläkorteista yleisimpiä ovat:

- näytönohjain
- multi-I/O-kortti (usein emolevylle integroituna)
- verkko-kortti
- SCSI-kortti

Paikallisväylän avulla päästään kaikissa tapauksissa huomattavasti nopeampiin tiedonsiirtonopeuksiin kuin tavallisen väylän kautta.

VLB

VLB-paikallisväylän *(VESA Local Bus)* on suunnitellut VESA *(Video Electronic Standards Association)* vuonna 1992. Väylä toimii 5 voltin jännitteellä ja prosessorin kellotaajuudella.

VLB on huomattavasti nopeampi kuin ISA. Esimerkiksi 33 MHz 386-mikrossa VLB-paikallisväylän nopeus on noin kahdeksankertainen ISA-väylään verrattuna. Koska VLB toimii prosessorin kellotaajuudella, ei sitä voida asentaa nopeisiin mikroihin.

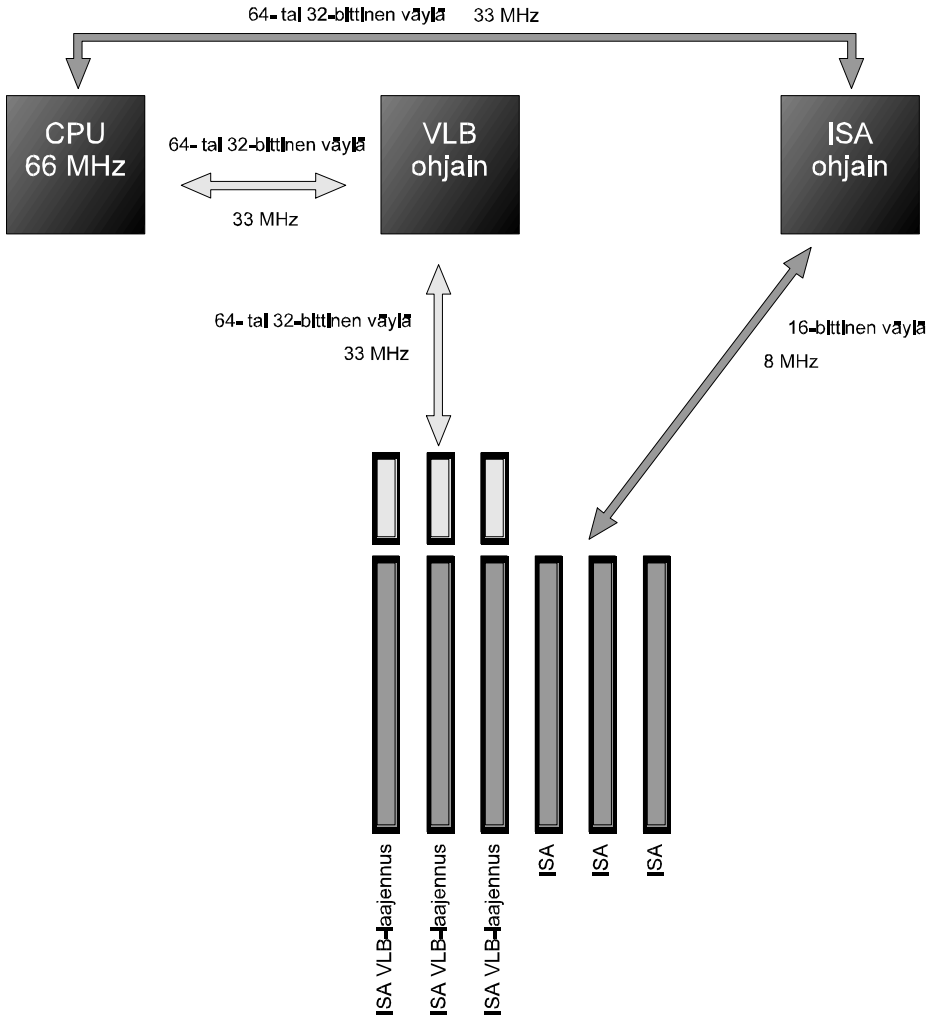
VLB:n suurin käytännön kellotaajuus on 50 MHz, joten jos emolevyn kellotaajuus on suurempi, ei VLB:tä voida käyttää. Syynä on se, että paikallisväylän toimisi niin nopeasti, että oheislaitteet eivät pysyisi mukana. Pentium-mikroissa ei ole VLB-väylää, koska niiden ulkoinen kellotaajuus on pienimmillään 60 MHz.

Poikkeuksena sääntöön, on joihinkin mikroihin rakennettu alemmalla

kellotaajuudella toimiva VLB-väylä, kuin millä prosessori toimii. Mikro saattaa toimia 66 MHz taajuudella ja VLB-väylä 50 MHz taajuudella. Nämä ovat erittäin harvinaisia ratkaisuja.

VLB-väylä on aina ISA-korttipaikan perässä. VLB-kortissa on sekä VLB-liitin että ISA-liitin.

VLB-väylä ei tue periytymis- eikä automaattista lisäkorttien asennustekniikkaa.

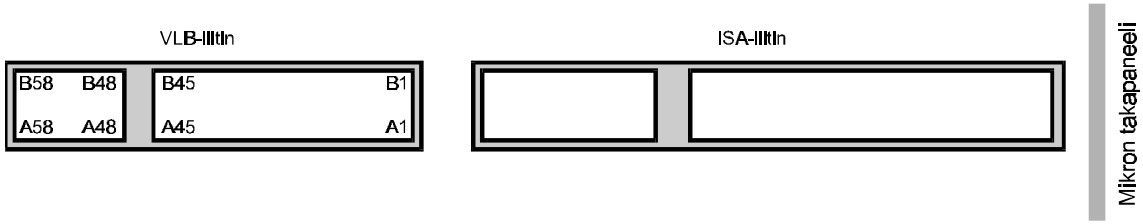


Kuva: VLB-väylän toimintaperiaate.

VLB-korttien kanta on kaksiosainen. Siinä on perinteinen 16-bittinen ISA- tai EISA-liitäntäkanta ja toinen osa on VLB-kanta. VLB-kortti on asennettava sille suunniteltuun liitäntäpaikkaan.

Pinnijärjestys

Seuraavassa taulukossa on VLB-väylän pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



VLB-väylä				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	Data 0		A1	Data 1
B2	Data 2		A2	Data 3
B3	Data 4		A3	Ground
B4	Data 6		A4	Data 5
B5	Data 8		A5	Data 7
B6	Ground		A6	Data 9
B7	Data 10		A7	Data 11
B8	Data 12		A8	Data 13
B9	VCC		A9	Data 15
B10	Data 14		A10	Ground
B11	Data 16		A11	Data 17
B12	Data 18		A12	VCC
B13	Data 20		A13	Data 19
B14	Ground		A14	Data 21
B15	Data 22		A15	Data 23
B16	Data 24		A16	Data 25
B17	Data 26		A17	Ground
B18	Data 28		A18	Data 27
B19	Data 30		A19	Data 29
B20	VCC		A20	Data 31
B21	Address 31 or Data 63		A21	Address 30 or Data 62
B22	Ground		A22	Address 28 or Data 60

B23	Address 29 or Data 61		A23	Address 26 or Data 58
B24	Address 27 or Data 59		A24	Ground
B25	Address 25 or Data 57		A25	Address 24 or Data 56
B26	Address 23 or Data 55		A26	Address 22 or Data 54
B27	Address 21 or Data 53		A27	VCC
B28	Address 19 or Data 51		A28	Address 20 or Data 52
B29	Ground		A29	Address 18 or Data 50
B30	Address 17 or Data 49		A30	Address 16 or Data 48
B31	Address 15 or Data 47		A31	Address 14 or Data 46
B32	VCC		A32	Address 12 or Data 44
B33	Address 13 or Data 45		A33	Address 10 or Data 42
B34	Address 11 or Data 43		A34	Address 8 or Data 40
B35	Address 9 or Data 41		A35	Ground
B36	Address 7 or Data 39		A36	Address 6 or Data 38
B37	Address 5 or Data 37		A37	Address 4 or Data 36
B38	Ground		A38	Write Back
B39	Address 3 or Data 35		A39	Byte Enable 0 or 4
B40	Address 2 or Data 34		A40	VCC
B41	Unused or LBS64#		A41	Byte Enable 1 or 5
B42	Reset		A42	Byte Enable 2 or 6
B43	Data/Code Status		A43	Ground
B44	Memory I/O Status or Data 33		A44	Byte Enable 3 or 7
B45	Write/Read Status or Data 32		A45	Address Data Strobe
B46	Access Key		A46	Access Key
B47	Access Key		A47	Access Key
B48	Ready Return		A48	Local Ready
B49	Ground		A49	Local Device
B50	IRQ 9		A50	Local Request
B51	Burst Ready		A51	Ground
B52	Burst Last		A52	Local Bus Grant
B53	ID0		A53	VCC
B54	ID1		A54	ID2
B55	Ground		A55	ID3

B56	Local Clock		A56	ID4 or ACK64#
B57	VCC		A57	Unused
B58	Local Bus Size 16		A58	Loc/Ext Address Data Strobe

Access Key = Pinnien tilalla on loveus

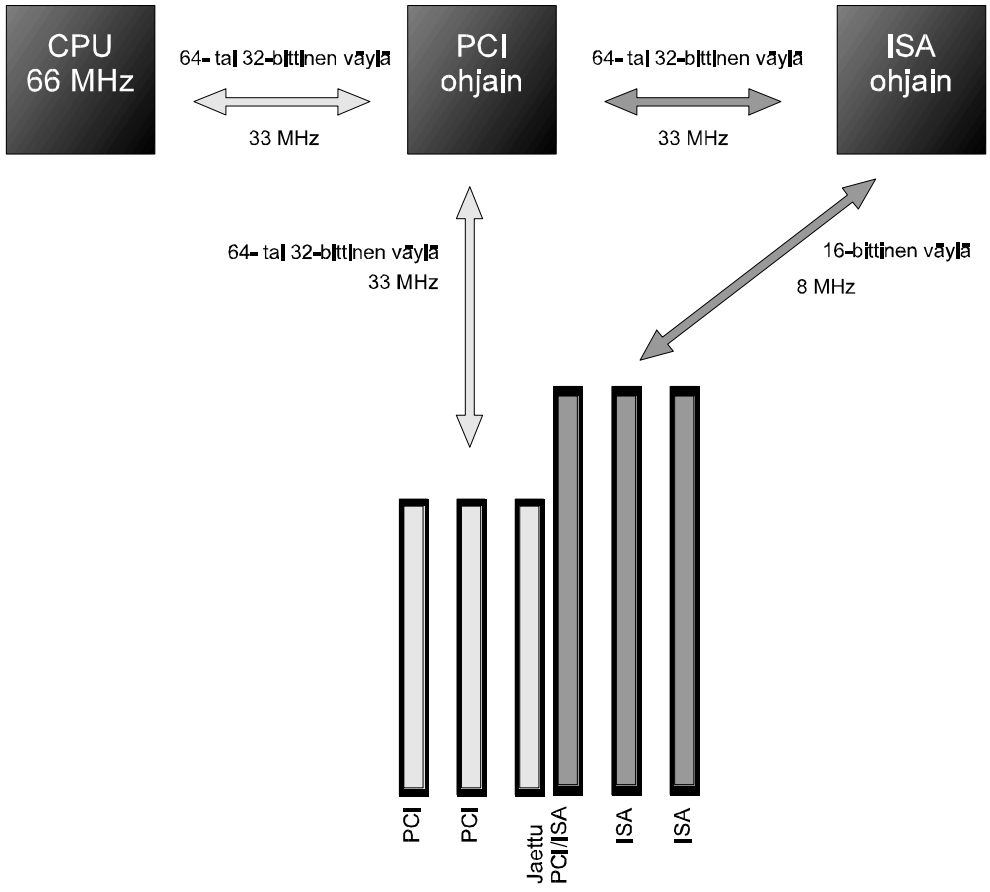
PCI

PCI-paikallisväylä on Intelin kehittämä ja se on julkaistu kesäkuussa 1992. Kehittyneempi PCI 2 -standardi on julkaistu vuonna 1993.

PCI-väylän kellotaajuus on 20 - 33 MHz, riippuen emolevyn kellotaajuudesta. PCI on 32-bittinen ja sille on oma liitäntäkanta, joka on huomattavasti pienempi kuin ISA-liitäntäkanta. PCI 2 tukee 64-bittisiä lisäkortteja, jolloin tiedonsiirtonopeus kaksinkertaistuu 132 Mt/s nopeudesta. Sekä 3,3 että 5 voltin PCI-kortit on mahdollista asentaa omiin kantoihinsa.

5 ja 3,3 voltin jännitteillä toimivien PCI-korttien liitäntäkanta on keskenään erilainen. Niinikään 32- ja 64-bittiset kannat ovat erilaiset.

PCI käyttää väyläisäntiä ja -orjia, mitä ratkaisua EISA- ja MCA-väylätkin käyttävät. PCI:n etuna on VLB:hen verrattuna myös korttien automaattinen tunnistus ja asetusten asetus.



Kuva: PCI-väylän toimintaperiaate.

Samalla kellotaajuudella toimiessaan (esimerkiksi 33 MHz) PCI on hiukan VLB:tä nopeampi paremman ohjauslogiikan ja puskuroinnin ansiosta.

Esimerkki muutamien prosessoreiden ja niiden väylien kellotaajuuksista:

Prosessori	Sisäinen kellotaajuus	I/O-kellotaajuus	Paikallisväylä-tyyppi	Paikallisväylä-kellotaajuus
486DX2-50	50	25	VLB	25
486DX2-66	66	33	VLB	33
DX4-75	75	25	VLB	25
DX4-100	100	33	VLB	33
Pentium-60	60	60	PCI	30
Pentium-66	66	66	PCI	33
Pentium-75	75	50	PCI	25
Pentium-90	90	60	PCI	30
Pentium-100	100	66	PCI	33
Pentium-120	120	60	PCI	30
Pentium-133	133	66	PCI	33
Pentium-150	150	60	PCI	30
Pentium-166	166	66	PCI	33
Pentium-200	200	66	PCI	33

Sisäinen kellotaajuus = prosessorin sisällä tapahtuvien toimintojen taajuus
I/O-kellotaajuus = prosessorin ja emolevyn välillä tapahtuvien toimintojen taajuus

Paikallisväyläkamppailussa yleisemmäksi on muodostunut Intelin PCI. Sen taustalta löytyvät kaikki suurimmat laitevalmistajat sekä se tarjoaa prosessoririippumattoman alustan esimerkiksi RISC-suorittimille. Väylän tehokkuutta kuvaa 134 megatavun maksimisiirtonopeus.

PCI-väylän suurin kellotaajuus on 33 MHz, mutta nopeampi 66 MHz on suunnitteilla. Se käyttää joko 5,0 voltin (vanhemmat emolevyt) tai 3,3 voltin käyttöjännitettä (DX4, Pentium 90/100 MHz sekä uudemmat emolevyt).

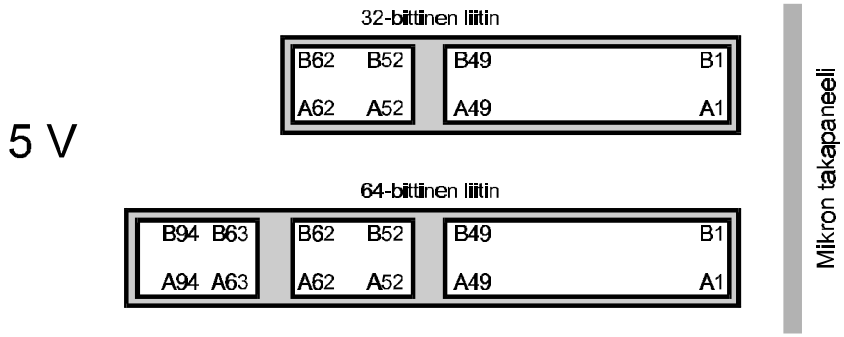
PCI-väyläpaikkoja on emolevyllä yleensä kolme kappaletta. Niiden järjestyksellä on väliä toisin kuin ISA-korttipaikoilla. Jokaiselle PCI-paikalle voidaan määritellä parametrejä, muun muassa keskeytys- ja Bus Mastering -toiminto. Esimerkiksi SCSI- ja verkkokortti vaativat keskeytyksen, joka valitaan mikron SetUp-ohjelmasta.

Pinnijärjestys

Tässä luvussa esitellään kuuden erilaisen PCI-liitäntäkannan pinnijärjestykset:

- 5 voltin PCI (32- ja 64-bittinen)
- 3,3 voltin PCI (32- ja 64-bittinen)
- Universal PCI (32- ja 64-bittinen)

Seuraavassa taulukossa on **5 voltin PCI-väylä**n pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



PCI-väylä, 5 V				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	-12 V		A1	Test Reset
B2	Test Clock		A2	+12 V
B3	Ground		A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output		A4	Test Data Input
B5	+5 V		A5	+5 V
B6	+5 V		A6	Interrupt A
B7	Interrupt B		A7	Interrupt C
B8	Interrupt D		A8	+5 V
B9	PRSNT1#		A9	Reserved
B10	Reserved		A10	+5 V I/O
B11	PRSNT2#		A11	Reserved
B12	Ground		A12	Ground
B13	Ground		A13	Ground
B14	Reserved		A14	Reserved

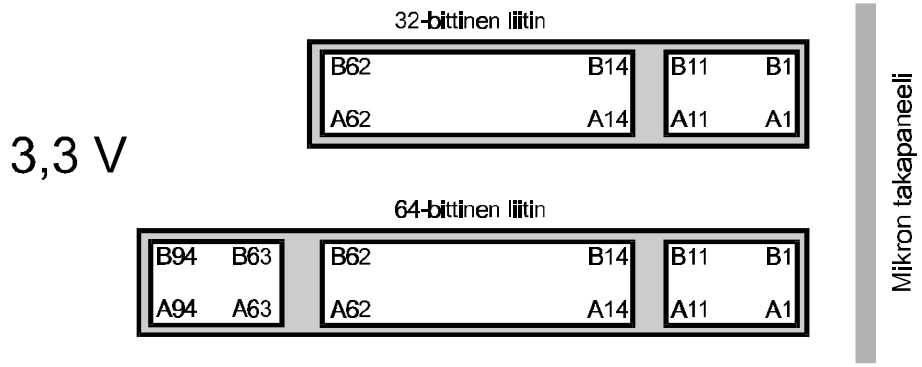
B15	Ground		A15	Reset
B16	Clock		A16	+5 V I/O
B17	Ground		A17	Grant
B18	Request		A18	Ground
B19	+5 V I/O		A19	Reserved
B20	Address 31		A20	Address 30
B21	Address 29		A21	+3,3 V
B22	Ground		A22	Address 28
B23	Address 27		A23	Address 26
B24	Address 25		A24	Ground
B25	+3,3 V		A25	Address 24
B26	C/BE 3		A26	Init Device Select
B27	Address 23		A27	+3,3 V
B28	Ground		A28	Address 22
B29	Address 21		A29	Address 20
B30	Address 19		A30	Ground
B31	+3,3 V		A31	Address 18
B32	Address 17		A32	Address 16
B33	C/BE 2		A33	+3,3 V
B34	Ground		A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready		A35	Ground
B36	+3,3 V		A36	Target Ready
B37	Device Select		A37	Ground
B38	Ground		A38	Stop
B39	Lock		A39	+3,3 V
B40	Parity Error		A40	Snoop Done
B41	+3,3 V		A41	Snoop Backoff
B42	System Error		A42	Ground
B43	+3,3 V		A43	PAR
B44	C/BE 1		A44	Address 15
B45	Address 14		A45	+3,3 V
B46	Ground		A46	Address 13
B47	Address 12		A47	Address 11
B48	Address 10		A48	Ground

B49	Ground		A49	Address 9
B50	Access Key		A50	Access Key
B51	Access Key		A51	Access Key
B52	Address 8		A52	C/BE 0
B53	Address 7		A53	+3,3 V
B54	+3,3 v		A54	Address 6
B55	Address 5		A55	Address 4
B56	Address 3		A56	Ground
B57	Ground		A57	Address 2
B58	Address 1		A58	Address 0
B59	+5 V I/O		A59	+5 V I/O
B60	Acknowledge 64-bit		A60	Request 64-bit
B61	+5 V		A61	+5 V
B62	+5 V		A62	+5 V
	Access Key			Access Key
	Access Key			Access Key
B63	Reserved		A63	Ground
B64	Ground		A64	C/BE 7
B65	C/BE 6		A65	C/BE 5
B66	C/BE 4		A66	+5 V I/O
B67	Ground		A67	Parity 64-bit
B68	Address 63		A68	Address 62
B69	Address 61		A69	Ground
B70	+5 V I/O		A70	Address 60
B71	Address 59		A71	Address 58
B72	Address 57		A72	Ground
B73	Ground		A73	Address 56
B74	Address 55		A74	Address 54
B75	Address 53		A75	+5 V I/O
B76	Ground		A76	Address 52
B77	Address 51		A77	Address 50
B78	Address 49		A78	Ground
B79	+5 V I/O		A79	Address 48
B80	Address 47		A80	Address 46

B81	Address 45		A81	Ground
B82	Ground		A82	Address 44
B83	Address 43		A83	Address 42
B84	Address 41		A84	+5 V I/O
B85	Ground		A85	Address 40
B86	Address 39		A86	Address 38
B87	Address 37		A87	Ground
B88	+5 V I/O		A88	Address 36
B89	Address 35		A89	Address 34
B90	Address 33		A90	Ground
B91	Ground		A91	Address 32
B92	Reserved		A92	Reserved
B93	Reserved		A93	Ground
B94	Ground		A94	Reserved

Access Key = Pinnien tilalla on loveus

Seuraavassa taulukossa on **3,3 voltin PCI-väylä**n pinnijärjestys. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



PCI-väylä, 3,3 V				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	-12 V		A1	Test Reset
B2	Test Clock		A2	+12 V
B3	Ground		A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output		A4	Test Data Input
B5	+5 V		A5	+5 V
B6	+5 V		A6	Interrupt A
B7	Interrupt B		A7	Interrupt C
B8	Interrupt D		A8	+5 V
B9	PRSNT1#		A9	Reserved
B10	Reserved		A10	+3,3 V I/O
B11	PRSNT2#		A11	Reserved
B12	Access Key		A12	Access Key
B13	Access Key		A13	Access Key
B14	Reserved		A14	Reserved
B15	Ground		A15	Reset
B16	Clock		A16	+3,3 V I/O
B17	Ground		A17	Grant
B18	Request		A18	Ground
B19	+3,3 V I/O		A19	Reserved
B20	Address 31		A20	Address 30

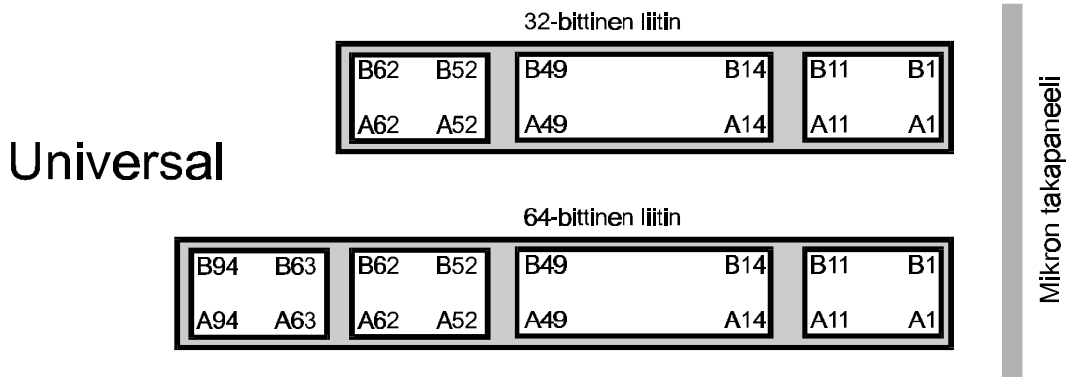
B21	Address 29	A21	+3,3 V
B22	Ground	A22	Address 28
B23	Address 27	A23	Address 26
B24	Address 25	A24	Ground
B25	+3,3 V	A25	Address 24
B26	C/BE 3	A26	Init Device Select
B27	Address 23	A27	+3,3 V
B28	Ground	A28	Address 22
B29	Address 21	A29	Address 20
B30	Address 19	A30	Ground
B31	+3,3 V	A31	Address 18
B32	Address 17	A32	Address 16
B33	C/BE 2	A33	+3,3 V
B34	Ground	A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready	A35	Ground
B36	+3,3 V	A36	Target Ready
B37	Device Select	A37	Ground
B38	Ground	A38	Stop
B39	Lock	A39	+3,3 V
B40	Parity Error	A40	Snoop Done
B41	+3,3 V	A41	Snoop Backoff
B42	System Error	A42	Ground
B43	+3,3 V	A43	PAR
B44	C/BE 1	A44	Address 15
B45	Address 14	A45	+3,3 V
B46	Ground	A46	Address 13
B47	Address 12	A47	Address 11
B48	Address 10	A48	Ground
B49	Ground	A49	Address 9
B50	Ground	A50	Ground
B51	Ground	A51	Ground
B52	Address 8	A52	C/BE 0
B53	Address 7	A53	+3,3 V
B54	+3,3 v	A54	Address 6

B55	Address 5		A55	Address 4
B56	Address 3		A56	Ground
B57	Ground		A57	Address 2
B58	Address 1		A58	Address 0
B59	+3,3 V I/O		A59	+3,3 V I/O
B60	Acknowledge 64-bit		A60	Request 64-bit
B61	+5 V		A61	+5 V
B62	+5 V		A62	+5 V
	Access Key			Access Key
	Access Key			Access Key
B63	Reserved		A63	Ground
B64	Ground		A64	C/BE 7
B65	C/BE 6		A65	C/BE 5
B66	C/BE 4		A66	+3,3 V I/O
B67	Ground		A67	Parity 64-bit
B68	Address 63		A68	Address 62
B69	Address 61		A69	Ground
B70	+3,3 V I/O		A70	Address 60
B71	Address 59		A71	Address 58
B72	Address 57		A72	Ground
B73	Ground		A73	Address 56
B74	Address 55		A74	Address 54
B75	Address 53		A75	+3,3 V I/O
B76	Ground		A76	Address 52
B77	Address 51		A77	Address 50
B78	Address 49		A78	Ground
B79	+3,3 V I/O		A79	Address 48
B80	Address 47		A80	Address 46
B81	Address 45		A81	Ground
B82	Ground		A82	Address 44
B83	Address 43		A83	Address 42
B84	Address 41		A84	+5 V I/O
B85	Ground		A85	Address 40
B86	Address 39		A86	Address 38

B87	Address 37		A87	Ground
B88	+5 V I/O		A88	Address 36
B89	Address 35		A89	Address 34
B90	Address 33		A90	Ground
B91	Ground		A91	Address 32
B92	Reserved		A92	Reserved
B93	Reserved		A93	Ground
B94	Ground		A94	Reserved

Access Key = Pinnien tilalla on loveus

Seuraavassa taulukossa on **Universal PCI** -väylän pinnijärjestys. Tässä kannassa voidaan käyttää joko 5 tai 3,3 voltin kortteja. Kuvasta näet, miten pinnien järjestys sijoittuu liittimessä ja mikrotietokoneessa.



PCI-väylä, Universal (5 ja 3,3 V)				
Pinni	**Signaali**		**Pinni**	**Signaali**
B1	-12 V		A1	Test Reset
B2	Test Clock		A2	+12 V
B3	Ground		A3	Test Mode Select
B4	Test Data Output		A4	Test Data Input
B5	+5 V		A5	+5 V
B6	+5 V		A6	Interrupt A
B7	Interrupt B		A7	Interrupt C
B8	Interrupt D		A8	+5 V
B9	PRSNT1#		A9	Reserved
B10	Reserved		A10	+3,3 V I/O
B11	PRSNT2#		A11	Reserved
B12	Access Key		A12	Access Key
B13	Access Key		A13	Access Key
B14	Reserved		A14	Reserved
B15	Ground		A15	Reset
B16	Clock		A16	+3,3 V I/O
B17	Ground		A17	Grant
B18	Request		A18	Ground
B19	+3,3 V I/O		A19	Reserved

B20	Address 31		A20	Address 30
B21	Address 29		A21	+3,3 V
B22	Ground		A22	Address 28
B23	Address 27		A23	Address 26
B24	Address 25		A24	Ground
B25	+3,3 V		A25	Address 24
B26	C/BE 3		A26	Init Device Select
B27	Address 23		A27	+3,3 V
B28	Ground		A28	Address 22
B29	Address 21		A29	Address 20
B30	Address 19		A30	Ground
B31	+3,3 V		A31	Address 18
B32	Address 17		A32	Address 16
B33	C/BE 2		A33	+3,3 V
B34	Ground		A34	Cycle Frame
B35	Initiator Ready		A35	Ground
B36	+3,3 V		A36	Target Ready
B37	Device Select		A37	Ground
B38	Ground		A38	Stop
B39	Lock		A39	+3,3 V
B40	Parity Error		A40	Snoop Done
B41	+3,3 V		A41	Snoop Backoff
B42	System Error		A42	Ground
B43	+3,3 V		A43	PAR
B44	C/BE 1		A44	Address 15
B45	Address 14		A45	+3,3 V
B46	Ground		A46	Address 13
B47	Address 12		A47	Address 11
B48	Address 10		A48	Ground
B49	Ground		A49	Address 9
B50	Access Key		A50	Access Key
B51	Access Key		A51	Access Key
B52	Address 8		A52	C/BE 0
B53	Address 7		A53	+3,3 V

B54	+3,3 v		A54	Address 6
B55	Address 5		A55	Address 4
B56	Address 3		A56	Ground
B57	Ground		A57	Address 2
B58	Address 1		A58	Address 0
B59	+5 V		A59	+V I/O
B60	Acknowledge 64-bit		A60	Request 64-bit
B61	+5 V		A61	+5 V
B62	+5 V		A62	+5 V
	Access Key			Access Key
	Access Key			Access Key
B63	Reserved		A63	Ground
B64	Ground		A64	C/BE 7
B65	C/BE 6		A65	C/BE 5
B66	C/BE 4		A66	+V I/O
B67	Ground		A67	Parity 64-bit
B68	Address 63		A68	Address 62
B69	Address 61		A69	Ground
B70	+V I/O		A70	Address 60
B71	Address 59		A71	Address 58
B72	Address 57		A72	Ground
B73	Ground		A73	Address 56
B74	Address 55		A74	Address 54
B75	Address 53		A75	+V I/O
B76	Ground		A76	Address 52
B77	Address 51		A77	Address 50
B78	Address 49		A78	Ground
B79	+V I/O		A79	Address 48
B80	Address 47		A80	Address 46
B81	Address 45		A81	Ground
B82	Ground		A82	Address 44
B83	Address 43		A83	Address 42
B84	Address 41		A84	+V I/O
B85	Ground		A85	Address 40

B86	Address 39		A86	Address 38
B87	Address 37		A87	Ground
B88	+V I/O		A88	Address 36
B89	Address 35		A89	Address 34
B90	Address 33		A90	Ground
B91	Ground		A91	Address 32
B92	Reserved		A92	Reserved
B93	Reserved		A93	Ground
B94	Ground		A94	Reserved

Access Key = Pinnien tilalla on loveus

SCSI

SCSI (lausutaan 'SKASI') ei ole samanlainen laitetason väylä kuten edellä esitellyt väylät, mutta sen luonteen ja merkittävyyden johdosta käsittelemme sitä tässä luvussa.

SCSI (*Small Computer Systems Interface*) hyväksyttiin ANSI-standardiksi vuonna 1986. Siitä lähtien se on yleistynyt mikrotietokoneiden lisälaitteiden liitäntänä. Edelleenkin sitä käytetään eniten kiintolevyjen liitäntänä, mutta SCSI-liitäntäiset CD-ROM-asemat ja kuvanlukijat ovat yleistyvä ryhmä.

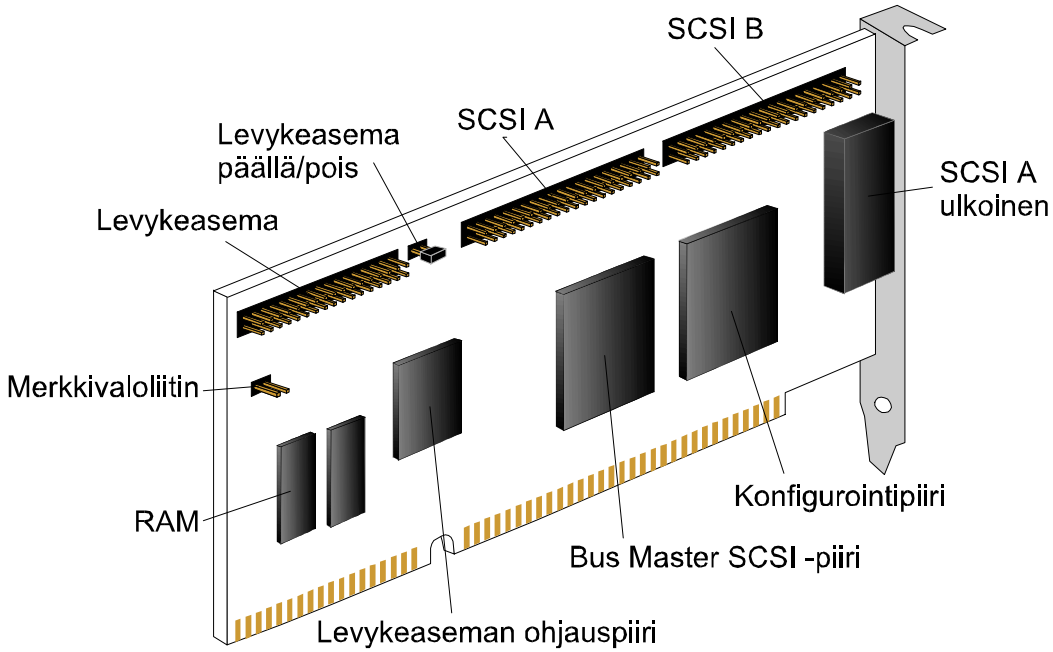
Miksi juuri SCSI sitten yleistyy? Tämän ratkaisun valintaan on vaikuttanut useampi kuin yksi hyvä ominaisuus. SCSIn avulla mikroon voidaan liittää monenlaisia lisälaitteita eikä pelkästään kiintolevyjä. Yleisimmät SCSI-laitteet ovat kiintolevyt, CD-ROM-asemat, kuvanlukijat ja nauhavarmistusasemat. SCSI:iin voidaan kytkeä useita oheislaitetta ja lisäksi SCSI on nopea väylä.

SCSI ei ole pelkkä liitäntä vaan se on laajennusväylä, jolla on oma komentokieli ja omat ohjaussignaalit. SCSI vaatii vain yhden korttipaikan (ohjain voi olla integroituna emolevyllekin) ja yksi SCSI-kortti ohjaa kaikkia siihen liitettyjä oheislaitteita. Oheislaitteet on ketjutettu toisiinsa kaapeleilla. Kaapeli etenee ohjainkortista SCSI-laitteeseen, josta vedetään taas oma kaapeli seuraavaan ja niin edelleen.

SCSI on kehittynyt vuosien saatossa ja siitä onkin kolme eri versiota: SCSI 1, SCSI 2 ja SCSI 3. Viimeisin on monipuolisin ja tehokkain. Näiden eroista on tarkemmin myöhemmässä luvussa.

SCSI 2 tukee maksimissaan 7 oheislaitetta. SCSI-kortissa voi olla kuitenkin tuki 14 laitteelle. Tällöin yhteen SCSI-korttiin on ikäänkuin rakennettu kaksi SCSI-korttia. Monet valmistajat kutsuvat näitä Twin-korteiksi.

SCSI-laite on mahdollista asentaa myös rinnakkaisliitäntään tavallisen väyläliitännän sijaan. Ratkaisua käytetäänkin kun halutaan nopeasti irrotettavissa oleva laiteliitäntä tai korttipaikat ovat vähissä. Ratkaisu on kätevä tehtäessä kannettavan mikron kiintolevystä varmuuskopiota. Laitetaan vain kaapeli rinnakkaisliitäntään ja käynnistetään tarvittavat ajurit. Koneen avaamista ei tarvita eikä kaikkiin kannettaviin saa edes asennettua liitäntäkorttia.



Kuva: SCSI-kortin perusosat.

SCSI-laitteiden keskustelumahdollisuus (*Tag Queuing*) keskenään mahdollistaa nopean tietojen käsittelyn ja siirron. Useampi käskysarja voidaan lähettää kerralla SCSI-laitteelle, joka suorittaa ne parhaassa katsomassaan järjestyksessä. Useampi käsky voidaan suorittaa jopa samanaikaisesti. Esimerkiksi tiedostojen kopiointi kiintolevyltä toiselle voi tapahtua ilman prosessorin ajan tuhlaamista. Prosessori vapautuu muihin tehtäviin välittömästi ja kopioituminen tapahtuu SCSI-ohjainkortin ohjaamana tausta-ajona.

Ainoa tapa lisätä mikroon hyvin suuria kiintolevyjä, kuvanlukijoita ja magneto-optisia asemia on liittää ne SCSI-liitännällä tai laitteen omalla ohjainkortilla. Suurimpia kiintolevyjä ei ole rakennettu vielä IDE-liitännälle, mutta IDE-kiintolevyt suurenevat ajan myötä. Asennettavat SCSI-laitteet voivat olla joko sisäisiä tai ulkoisia.

SCSI-1, -2 ja -3

SCSIn kehityksen aikana siihen on tehty merkittäviä lisäyksiä, jotka nopeuttavat ja parantavat liitännän käyttöä.

SCSI-1 oli hyvin suppea ominaisuuksiltaan ja toiminnoiltaan. Esimerkiksi se ohjasi vain muutamia erilaisia laitteita ja jokaiselle laitteelle vaadittiin oma ohjainkortti.

Väylän leveys on 8 bittiä. Tiedonsiirron kellotaajuus on 5 MHz, joten maksimi tiedonsiirtonopeus 5 Mt/s. Synkronoimattomana tiedonsiirron maksimi on 1,5 Mt/s. SCSI-1 oli myös hyvin väljä standardi suunnittelijoille ja markkinoille tulikin paljon yhdessä toimimattomia laitteita.

SCSI-2 on jo huomattavasti monipuolisempi ja laitteet ovat jo hyvin yhteensopivia keskenään. 8-bittinen SCSI 2 sallii seitsemän oheislaitteen kytkemisen ohjainkorttiin. 16-bittinen SCSI-2 sallii jo viidentoista oheislaitteen kytkemisen.

Väylän maksimileveys on 32 bittiä, joskin useimmat tuotteet toimivat 8-bittisinä. Tiedonsiirron kellotaajuus on 5 MHz, joten 8-bittisenä maksimitiedonsiirtonopeus on 5 Mt/s.

SCSIsta puhuttaessa kuulee usein termit Wide SCSI ja Fast SCSI. Wide SCSI käyttää leveämpää 16-bitin väylää. Fast SCSI tarkoittaa kellotaajuuden tuplaamista viidestä kymmeneen megahertsiin.

Ultra SCSIssa, jota kutsutaan joskus myös Fast-20-nimellä, kellotaajuus on 20 MHz. Kun väylän leveys on 8 bittiä on tiedonsiirtonopeus 20 Mt/s ja 16-bittisellä väylällä 40 Mt/s.

Kun väylän leveys ja kellotaajuus voivat olla erilaiset, saadaan erilaisia maksimitiedonsiirtonopeuksia eri SCSI-laitteille. Seuraavana on muutamia esimerkkejä.

SCSI-standardien ominaisuuksia

	Väylän leveys (bit)	Väylän kellotaajuus (MHz)	Suurin tiedonsiirtonopeus (Mt/s)
SCSI-1	8	5	5
SCSI-2	8	5	5
Fast SCSI	8	10	10
Wide SCSI	16	5	10
Fast/Wide SCSI	16	10	20
Ultra SCSI	8	20	20
Ultra/Wide SCSI	16	20	40

Jos tarvitaan mahdollisimman suurta tiedonsiirtonopeutta, on kiintolevyä hankittaessa syytä olla tarkkana, että ohjain ja kiintolevy tukevat esimerkiksi Fast SCSIa. Jos jompikumpi ei sitä tue, on tiedonsiirtonopeus huomattavasti pienempi kuin mihin ne pystyisivät Fast SCSI-yhteensopivina. Jos ohjain on Fast SCSI ja kiintolevy on tavallinen, on tiedonsiirtonopeus sama kuin jos molemmat olisivat tavallisia. Laitteet toimivat kuitenkin normaalisti eikä eroa tule helposti edes huomattua. Ei pidä luottaa pelkästään siihen, että laite on SCSI-2 yhteensopiva, sillä se ei takaa suurta toimintanopeutta.

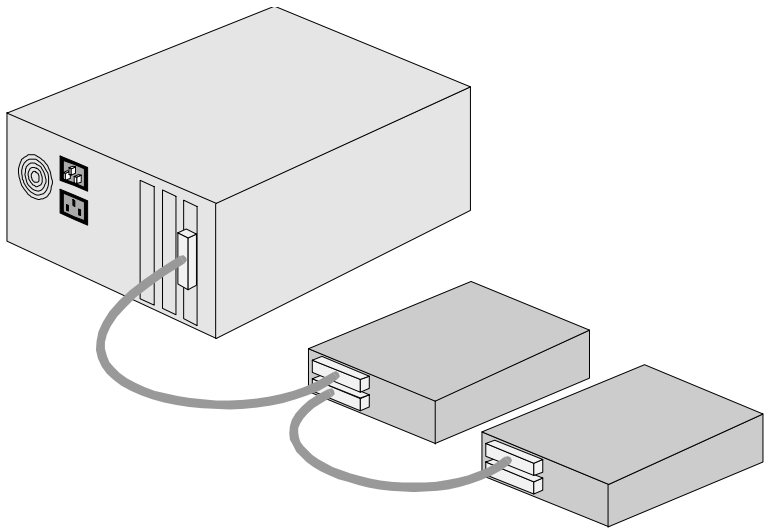
SCSI-2 on lisännyt levyasemien lisäksi tuen myös kuvanlukijoille, magneto-optisille asemille, nauha-asemille, kirjoittimille ja verkkoliitännälle. SCSI-2 on lisännyt pakollisten käskyjen määrän neljästä kahteentoista. Tämä parantaa hiukan yhteensopivuutta eri valmistajien laitteiden ja ohjainten kesken.

SCSI-3 standardi on uusin SCSI ja se tarjoaakin lisää SCSI-2:een verrattuna. Standardi tukee 32 SCSI-laitetta verrattuna aikaisempaan seitsemään tai viiteentoista laitteeseen. Kaapelien pituudet voivat olla huomattavasti suurempia kuin noin metrin SCSI-2-kaapelit. SCSI-3 on myös nopeampi ja luotettavampi. Suurin teoreettinen tiedonsiirtonopeus on peräti 100 Mt/s. Se on lähes sama kuin PCI-väylällä.

Ketjutus

SCSI-laitteet voidaan ketjuttaa kaapelin avulla siten, että asennetusta laitteesta vedetään kaapeli uuteen laitteeseen ja siitä taas seuraavaan. Jotta ketjutus onnistuu, on asennettavassa laitteessa oltava sekä kaapelin sisääntulo että uloslähtö.

Ketjutuksen etuna on se, että tarvitaan ainoastaan yksi korttipaikka ja siihen yksi ohjainkortti, jonka avulla kaikkien SCSI-laitteiden ohjaus onnistuu. Jatkossa lisälaitteiden hankinta tulee edullisemmaksi, koska ohjainkortteja ei tarvita lisää. Ketjutuksen ongelmina saattaa olla uuden laitteen ja ohjainkortin välisen ajurin puuttuminen tai laitteen ja ohjainkortin soveltumattomuus ketjutukseen.



KUVA: Kaksi SCSI-laitetta on ketjutettu ohjainkortista. Oikeanpuolisimmassa laitteessa on myös terminaattori liittimeen kytkettynä.

Huomaa, että halvat SCSI-ohjaimet eivät yleensä sovellu ketjuttamiseen. Ne tukevat vain yhtä tiettyä laitetta kerrallaan, eikä siis mitä tahansa SCSI-laitetta. Jos on hankkinut esimerkiksi CD-ROM-aseman sen omalla SCSI-ohjaimella, niin voi olla että siihen ei saa liitettyä toista SCSI-laitetta. Ohjain ei siis tue mitään muuta SCSI-laitetta kuin mille se on suunniteltu. Joissakin äänikorteissa on myös SCSI-liitäntä, jolle ei löydy käyttöä, koska kukaan ei valmista sille minkäänlaista ajuria.

Ketjutus voidaan suorittaa mikron sisäisenä tai ulkoisena ratkaisuna. SCSI-kortin piirilevyssä on piikkiliitäntä, josta lattakaapeli lähtee sisäisiin

laitteisiin. Ohjainkortin takareunassa on SCSI-liitin, josta paksulla kaapelille kytketään ulkoiset SCSI-laitteet. Huomaa, että ketjun päissä on oltava terminointivastus. Katso tarkemmin luvusta Terminaattori.

Jos jokin laite ei tunnu toimivan ketjun keskellä, kokeile sitä ketjun viimeisenä laitteena. Usein se saattaa näin asennettuna toimia täysin normaalisti.

Numerotunnus

Jokaisella SCSI-laitteella on oma numerotunnus eli ID-numero, jonka perusteella laitteet erotetaan toisistaan. Kahdella laitteella ei saa olla samaa ID-numeroa, koska silloin mikään SCSI-laite ei toimi kunnolla. ID-numerot ovat välillä 0 - 7. ID-numero asetetaan laitteessa olevilla jumppereilla tai DIP-kytkimillä.

Ohjainkortti on isäntäasema SCSI-ketjussa ja sen ID-numero on 7. Ketjussa olevat asemat saavat ID-arvon nollasta kuuteen.

ID-numeroilla on oma prioriteettijärjestyksensä, kuten kaikilla tietokoneen muillakin osoitusrakenteilla. SCSI-2:n korkein prioriteetti on numerolla 7 ja pienin numerolla 0. SCSI-3:n prioriteettijärjestys on hieman monimutkaisempi. Ensimmäiset 8 numeroa ovat samat kuin SCSI-2:lla. Seuraavat ID-numerot ovat prioriteettijärjestyksessä 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 31, 30, 29, 28, 27, 26, 25 ja 24.

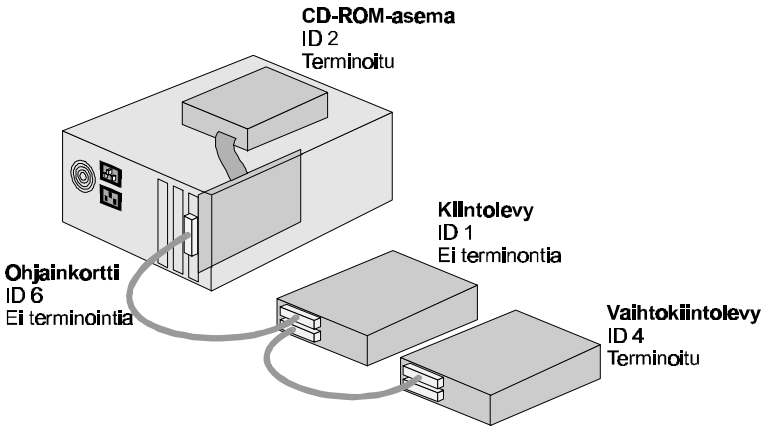
Terminaattori

Terminaattori *(Terminator)* eli päätevastus on tärkeä osa SCSI-laitteistossa ja se asennetaan ainoastaan SCSI-ketjun ensimmäiseen ja viimeiseen laitteeseen.

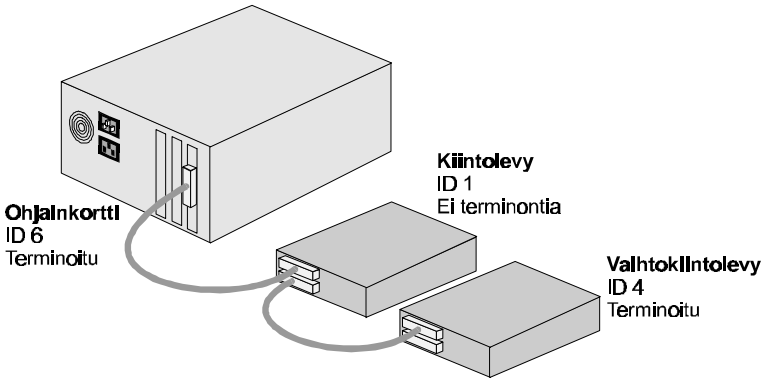
Useimmissa tapauksissa ensimmäinen laite on itse ohjainkortti, jossa terminaattori onkin valmiina. Se asetetaan usein päälle ja pois ohjelmallisesti. Uudemmissa SCSI-ohjaimissa terminointi on automaattinen.

Jos ohjainkorttiin asennetaan sekä ulkoisia että sisäisiä laitteita, tulee terminaattori ketjun päissä oleviin laitteisiin. Ohjainkortista terminointi poistetaan, koska se sijaitseekin silloin ketjun keskellä. Seuraavassa

kuvassa ohjainkorttiin on kytketty kaksi ulkopuolista laitetta ja yksi sisäinen laite. Sisäisessä ja viimeisessä ulkopuolisessa laitteessa on terminoinnit.



Jos SCSI-korttiin kytketään vain ulkopuolisia tai vain sisäisiä laitteita, tulee terminointi SCSI-korttiin ja ketjun viimeiseen laitteeseen. Seuraavassa kuvassa ohjainkorttiin on kytketty kaksi ulkopuolista laitetta. Ohjainkortissa sekä viimeisessä laitteessa on terminoinnit.



Terminaattorin tehtävänä on suodattaa signaalit, etteivät ne kaiutu takaisin johtoa pitkin häiritsemään tiedon kulkua. Fyysisesti terminaattori on pieni muistipiirin (DIP) tai muistikamman (SIPP) näköinen mikropiiri. Myös SCSI-liittimeen suoraan kytkettävä terminaattori, joka muistuttaa liittimen välikappaletta, on melko yleinen.

Terminointi kytketään päälle vanhemmissa laitteissa jumpperilla tai DIP-kytkimellä irroittamalla terminointipiiri. Uudemmissa laitteissa terminoin-

ti valitaan ohjelmallisesti, kytkimellä tai terminointi voi olla automaattinen. Tällöin terminointiasetuksiin ei tarvitse koskea, vaikka laitteen paikkaa ketjussa muutettaisiinkin. Jos automatiikka ei jostain syystä toimi, voidaan terminointi valita siinä tapauksessa käsin.

Terminaattori voi olla

- **Passiivinen**, jolloin terminointi suoritetaan vastusten avulla. Tämä tapa on riittävä tavallisille SCSI-1-laitteille.

- **Aktiivinen**, jolloin terminointia säätelee mikropiiri, joka tarvitsee myös ohjausvirtaa. Tämä on tehokkaampi tapa ja suositeltava kaikille SCSI-2- ja uudemmille laitteille.

Huomaa, että single-ended- ja differential-SCSI-versiot vaativat omanlaisensa terminaattorit.

Kaapelointi

SCSI-standardin kehittymisen ja monimuotoisuuden johdosta erilaisia kaapeliratkaisuja on melko paljon. On syytä käyttää juuri oikeaa kaapelia, jotta laitteet toimivat oikein.

Kaapelit voivat olla sisäiseltä järjestykseltään erilaisia, vaikka liittimet olisivatkin samanlaisia. On syytä varmistaa minkälaisia kaapeleita sekä ohjainkortti että SCSI-laitteet käyttävät.

Sisäiset SCSI-laitteet käyttävät 8-bittistä 50-johtoista lattakaapelia tai 16-bittisiä kierrettyjä johtomallisia kaapeleita.

Kaapelit voidaan jakaa periaatteiltaan kolmeen eri ryhmään:

- A-kaapeli (8-bittinen tiedonsiirto)
- P-kaapeli (16- ja 32-bittinen tiedonsiirto)
- Q-kaapeli (32-bittinen tiedonsiirto)

A-kaapeli on 8-bittinen kaapeli, jossa on 50-pinniset liittimet. Tämä on yleisin SCSI-kaapelointiratkaisu, koska suurin osa SCSI-korteista ja -laitteista on 8-bittisiä.

6. Väylä

SCSI-2 standardi määrittää myös 68-pinnisen B-kaapelin 16-bittiseen tiedonsiirtoon, mutta P-kaapeli on korvannut sen kokonaan. Jos B-kaapelia käytettäisiin, jouduttaisiin käyttämään rinnalla myös A-kaapelia. P-kaapeli toimii yksinään 16-bittisessä tiedonsiirrossa.

32-bittiseen tiedonsiirtoon tarvitaan P- ja Q-kaapeli rinnakkain. Vielä toistaiseksi tätä kahden kaapelin ratkaisua käytetään hyvin vähän.

Huomaa, että edellä mainituista kaapeleista löytyy sekä single-ended- että differential-SCSI-versiot.

Liittimet

Ohjainkorteissa ja SCSI-laitteissa on muutamia erilaisia liittimiä. Ulkoisissa kaapeleissa käytetään seuraavia liittimiä, jotka kaikki ovat uros-puoleisia:

- Centronics 50
- D 50
- Micro D 68
- Mini Centronics 68
- D 25

Sisäisinä kaapeleina käytetään kahta erilaista kaapelimallia, joiden liittiminä ovat:

- 50-pinninen lattakaapeli (naaras)
- Micro D 68 (uros)

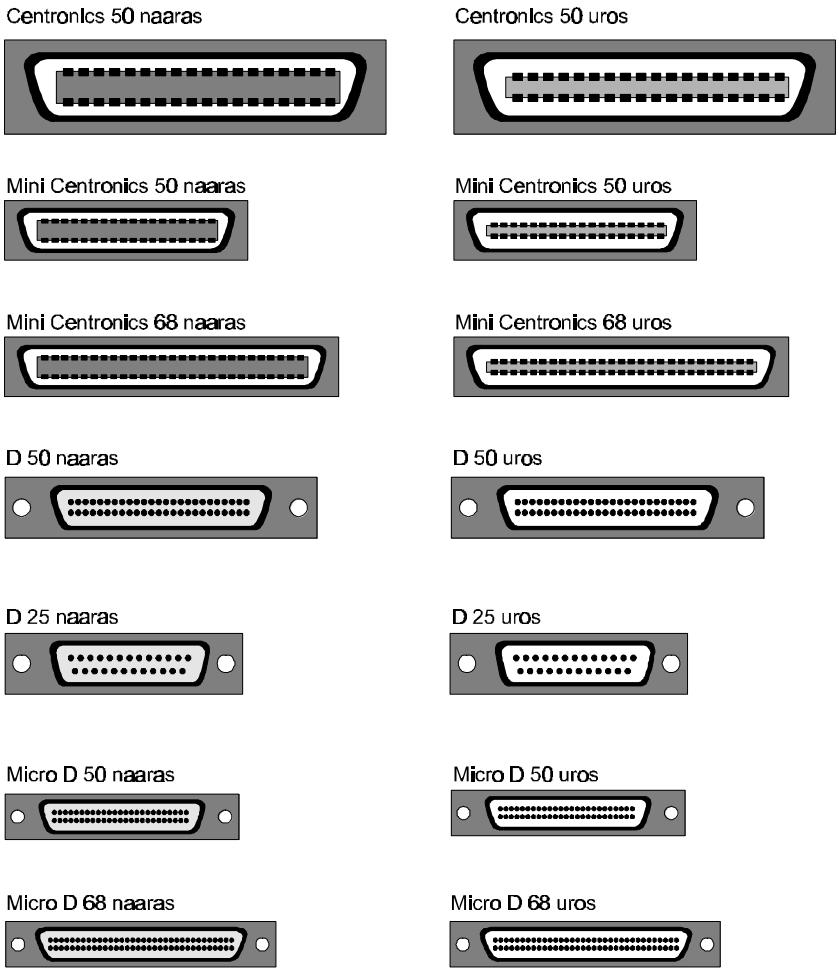
25-pinninen D-liitin on SCSI-1-liitin, joka on vastaavannäköinen kuin rinnakkaisliitännän liitin. Jos laitteesi käyttää tätä liitäntää, kytke laite ketjun viimeiseksi. Liitin sisältää yhteisen maadoituksen tietosignaaleille ja se voi heikentää signaalin kulkua.

SCSI-2-liittimiä ovat 50-pinniset liittimet. Wide SCSI-2 -liittimiä ovat 68-pinniset liittimet.

Yleistyviä liittimiä ovat pienet micro D- ja minicentronics-liittimet. Micro D -liitin muistuttaa pientä D-liitintä *(High Density, Micro, Mini)*. Minicentronics-liitin on pienennetty centronics-liitin, joka kulkee myös

nimellä *Very High Density Centronics*.

Seuraavassa kuvassa esitetään erilaiset SCSI-liittimet.



Kuva: SCSI-kaapeleiden ja -laitteiden liittimiä.

SCSI-laitteissa on käytettävä aina sopivia kaapeleita, joten erilaisia SCSI-kaapeleita ei kyllä tule hankituksi koskaan liikaa.

Pinnijärjestykset

Tässä luvussa on erilaisten SCSI-kaapelien pinnijärjestykset. Samassa taulukossa on aina sekä single-ended- että differential-kaapelien pinnijärjestykset.

A-kaapeli, sisäinen lattakaapeli					
Signaali		**Pinni**	**Pinni**	**Signaali**	
Differential	**Single-ended**			**Single-ended**	**Differential**
Ground	Ground	1	2	Data 0	Ground
+Data 0	Ground	3	4	Data 1	-Data 0
+Data 1	Ground	5	6	Data 2	-Data 1
+Data 2	Ground	7	8	Data 3	-Data 2
+Data 3	Ground	9	10	Data 4	-Data 3
+Data 4	Ground	11	12	Data 5	-Data 4
+Data 5	Ground	13	14	Data 6	-Data 5
+Data 6	Ground	15	16	Data 7	-Data 6
+Data 7	Ground	17	18	Data Parity	-Data 7
+Data Parity	Ground	19	20	Ground	-Data Parity
Differential Sensing	Ground	21	22	Ground	Ground
Reserved	Reserved	23	24	Reserved	Reserved
TermPwr	Open	25	26	TermPwr	TermPwr
Reserved	Reserved	27	28	Reserved	Reserved
+ATN	Ground	29	30	Ground	-ATN
Ground	Ground	31	32	ATN	Ground
+BSY	Ground	33	34	Ground	-BSY
+ACK	Ground	35	36	BSY	-ACK
+RST	Ground	37	38	ACK	-RST
+MSG	Ground	39	40	RST	-MSG
+SEL	Ground	41	42	MSG	-SEL
+C/D	Ground	43	44	SEL	-C/D

+REQ	Ground	45	46	C/D	-REQ
+I/O	Ground	47	48	REQ	-I/O
Ground	Ground	49	50	I/O	Ground

A-kaapeli, ulkoinen kierretty kaapeli					
Signaali		**Pinni**	**Pinni**	**Signaali**	
Differential	**Single-ended**			**Single-ended**	**Differential**
Ground	Ground	1	26	Data 0	Ground
+Data 0	Ground	2	27	Data 1	-Data 0
+Data 1	Ground	3	28	Data 2	-Data 1
+Data 2	Ground	4	29	Data 3	-Data 2
+Data 3	Ground	5	30	Data 4	-Data 3
+Data 4	Ground	6	31	Data 5	-Data 4
+Data 5	Ground	7	32	Data 6	-Data 5
+Data 6	Ground	8	33	Data 7	-Data 6
+Data 7	Ground	9	34	Data Parity	-Data 7
+Data Parity	Ground	10	35	Ground	-Data Parity
Differential Sensing	Ground	11	36	Ground	Ground
Reserved	Reserved	12	37	Reserved	Reserved
TermPwr	Open	13	38	TermPwr	TermPwr
Reserved	Reserved	14	39	Reserved	Reserved
+ATN	Ground	15	40	Ground	-ATN
Ground	Ground	16	41	ATN	Ground
+BSY	Ground	17	42	Ground	-BSY
+ACK	Ground	18	43	BSY	-ACK
+RST	Ground	19	44	ACK	-RST
+MSG	Ground	20	45	RST	-MSG
+SEL	Ground	21	46	MSG	-SEL
+C/D	Ground	22	47	SEL	-C/D

+REQ	Ground	23	48	C/D	-REQ
+I/O	Ground	24	49	REQ	-I/O
Ground	Ground	25	50	I/O	Ground

P-kaapeli, sisäinen tai ulkoinen kierretty kaapeli					
Signaali		**Pinni**	**Pinni**	**Signaali**	
Differential	**Single-ended**			**Single-ended**	**Differential**
+Data 12	Ground	1	35	Data 12	-Data 12
+Data 13	Ground	2	36	Data 13	-Data 13
+Data 14	Ground	3	37	Data 14	-Data 14
+Data 15	Ground	4	38	Data 15	-Data 15
+Data Parity 1	Ground	5	39	Data Parity 1	-Data Parity 1
Ground	Ground	6	40	Data 0	Ground
+Data 0	Ground	7	41	Data 1	-Data 0
+Data 1	Ground	8	42	Data 2	-Data 1
+Data 2	Ground	9	43	Data 3	-Data 2
+Data 3	Ground	10	44	Data 4	-Data 3
+Data 4	Ground	11	45	Data 5	-Data 4
+Data 5	Ground	12	46	Data 6	-Data 5
+Data 6	Ground	13	47	Data 7	-Data 6
+Data 7	Ground	14	48	Data Parity 0	-Data 7
+Data Parity 0	Ground	15	49	Ground	-Data Parity 0
Differential Sensing	Ground	16	50	Ground	Ground
TermPwr	TermPwr	17	51	TermPwr	TermPwr
TermPwr	TermPwr	18	52	TermPwr	TermPwr
Reserved	Reserved	19	53	Reserved	Reserved
+ATN	Ground	20	54	Ground	-ATN

Ground	Ground	21	55	ATN	Ground
+BSY	Ground	22	56	Ground	-BSY
+ACK	Ground	23	57	BSY	-ACK
+RST	Ground	24	58	ACK	-RST
+MSG	Ground	25	59	RST	-MSG
+SEL	Ground	26	60	MSG	-SEL
+C/D	Ground	27	61	SEL	-C/D
+REQ	Ground	28	62	C/D	-REQ
+I/O	Ground	29	63	REQ	-I/O
Ground	Ground	30	64	I/O	Ground
+Data 8	Ground	31	65	Data 8	-Data 8
+Data 9	Ground	32	66	Data 9	-Data 9
+Data 10	Ground	33	67	Data 10	-Data 10
+Data 11	Ground	34	68	Data 11	-Data 11

Q-kaapeli, sisäinen tai ulkoinen kierretty kaapeli

Signaali		**Pinni**	**Pinni**	**Signaali**	
Differential	**Single-ended**			**Single-ended**	**Differential**
+Data 28	Ground	1	35	Data 28	-Data 28
+Data 29	Ground	2	36	Data 29	-Data 29
+Data 30	Ground	3	37	Data 30	-Data 30
+Data 31	Ground	4	38	Data 31	-Data 31
+Data Parity 3	Ground	5	39	Data Parity 3	-Data Parity 3
Ground	Ground	6	40	Data 16	Ground
+Data 16	Ground	7	41	Data 17	-Data 16
+Data 17	Ground	8	42	Data 18	-Data 17
+Data 18	Ground	9	43	Data 19	-Data 18
+Data 19	Ground	10	44	Data 20	-Data 19

+Data 20	Ground	11	45	Data 21	-Data 20
+Data 21	Ground	12	46	Data 22	-Data 21
+Data 22	Ground	13	47	Data 23	-Data 22
+Data 23	Ground	14	48	Data Parity 2	-Data 23
+Data Pari-ty 2	Ground	15	49	Ground	-Data Parity 2
Differential Sensing	Ground	16	50	Ground	Ground
TermPwr	TermPwr	17	51	TermPwr	Termination
TermPwr	TermPwr	18	52	TermPwr	Termination
Reserved	Reserved	19	53	Reserved	Reserved
Terminated	Ground	20	54	Ground	Terminated
Ground	Ground	21	55	Terminated	Ground
Terminated	Ground	22	56	Ground	Terminated
+ACKQ	Ground	23	57	Terminated	-ACKQ
Terminated	Ground	24	58	ACKQ	Terminated
Terminated	Ground	25	59	Terminated	Terminated
Terminated	Ground	26	60	Terminated	Terminated
Terminated	Ground	27	61	Terminated	Terminated
+REQQ	Ground	28	62	Terminated	-REQQ
Terminated	Ground	29	63	REQQ	Terminated
Ground	Ground	30	64	Terminated	Ground
+Data 24	Ground	31	65	Data 24	-Data 24
+Data 25	Ground	32	66	Data 25	-Data 25
+Data 26	Ground	33	67	Data 26	-Data 26
+Data 27	Ground	34	68	Data 27	-Data 27

Sähköiset liitynnät

SCSI mahdollistaa kaksi erityyppistä SCSI-väylää:

- Single-ended
- Differential

Single-ended-SCSI on yleisin ja se 'tavallinen' SCSI. Se käyttää jokaiselle signaalille yhtä johdinta. Differential-SCSIssa on jokaiselle signaalille kaksi johdinta. Toisessa kulkee tavallinen signaali ja toisessa käänteinen signaali. Vastaanottava laite tulkitsee signaalit oikeiksi. Erilliset johtimet vähentävät sähköisiä häiriöitä ja parantavat signaalin kulun luotettavuutta.

Lähes kaikki SCSI-laitteet toimivat single-ended-menetelmällä, koska siinä on halvemmat kaapelit sekä yksinkertaisempi elektroniikka. Differential-SCSIa käytetään lähinnä vain minikoneissa.

Samalla single-ended mahdollistaa maksimissaan vain kuuden metrin kaapeloinnin, kun differential-menetelmän maksimi kaapelipituus on 25 metriä. Häiriöttömissä olosuhteissa ja hyvillä kaapeleilla nämä maksimirajat voidaan kuitenkin ylittää.

Älä asenna koskaan differential-SCSI-laitetta single-ended-SCSI-ketjuun. Laitteet saattavat vaurioitua. Sekaantumista edesauttaa samanlaiset kaapelit, mutta käytännössä differential-laitteita ei PC-ympäristössä juuri ole.

Huomaa, että SCSI-kaapeloinnissa on maksimipituuden lisäksi myös minimipituus, joka on 0,33 metriä. Tämän lyhyempi kaapeli ei saa olla.

Kun puhutaan synkronisesta protokollasta SCSIn yhteydessä, se EI tarkoita, että laitteet olisivat synkronissa keskenään. Se tarkoittaa SCSIn tiedonsiirron synkronointia.

Synkronoimattomassa tiedonsiirrossa jokaisen tiedonsiirron jälkeen lähtee hyväksyntäsignaali ennen kuin seuraava signaali lähtee. Synkronisessa tiedonsiirrossa lähetetään tietty maksimimäärä signaaleja kunnes lähetetään hyväksyntäsignaali. Synkronoimaton tiedonsiirto on täten hitaampi kuin synkroninen.

Laiteohjaimet

Useissa SCSI-ohjaimissa on WD1002-tuki. Se mahdollistaa kahden SCSI-kiintolevyn asentamisen ilman mitään ajureita. Jos ketjuun asennetaan vielä kolmas kiintolevy, tarvitsee se ajurin. WD1002 tukee ainoastaan kiintolevyjä, joten esimerkiksi nauha-asema tai CD-ROM vaatii välttämättä ajurin toimiakseen.

Jotta SCSI-kiintolevyltä voi käynnistää käyttöjärjestelmän, on ohjaimessa oltava BIOS. Useissa halvoissa SCSI-ohjaimissa ei tätä mahdollisuutta ole. SCSI-kiintolevyä ei merkitä mikron SetUp-tiedostoon, koska se on asennettu omaan laajennusväylään, eikä näinollen BIOSin määritykset ohjaa sitä. IDE-kiintolevyjä voidaan käyttää SCSI-levyn rinnalla samassa mikrossa.

Jos SCSI-väylässä ei ole kiintolevyä, älä käytä ohjainkortin BIOSia. Sama koskee, jos mikro käynnistetään IDE-kiintolevyltä.

SCSIn pienenä ongelmana on mikron käynnistymisen yhteydessä tapahtuva tarkistuksen hitaus. Ohjainkortti kuluttaa jopa muutaman minuutin tarkistaakseen kaikki 7 SCSI-laitetta, oli niitä asennettu tai ei. Mikron hidas käynnistys on turhauttavaa, varsinkin jos käynnistys tapahtuu usein.

Windowsin välimuistiohjelma SmartDrive vaatii lähes kaikille SCSI-kiintolevyille DoubleBuffer-lisämäärityksen, jotta se toimisi luotettavasti. Windows 3.1:n käyttäessä virtuaalimuistia saattaa talletusvirheitä ilmaantua, koska SCSI hoitaa talletukset ilman prosessoria. Virhe voi tapahtua esimerkiksi kun SmartDrive on kirjoittamassa 8086-tilassa muistialuetta, jonka fyysinen osoite sijaitsee jatketussa muistissa. Levyohjain kirjoittaa suoran osoitteen perusmuistialueelta levylle, kun sen pitäisi kirjoittaa jatketun muistin tieto. Prosessoria ei ole välissä muuttamassa osoitetietoja virtuaalimuistin ja perusmuistin välillä. DoubleBuffer määrityksen *(kaksoispuskurointi*) avulla tieto kopioidaan aina jatketusta muistista perusmuistiin, jolloin levyohjain osaa kirjoittaa oikean tiedon. SmartDriven parametrien avulla voidaan tutkia onko DoubleBuffer tarpeellinen.

Windows 95 ja Windows NT tukevat SCSI-laitteita suoraan ilman erillisiä laiteohjaimia. Niissä laiteohjaimet on sisäänrakennettu käyttöjärjestelmään. Windows NT:ssä on lisäksi graafiset partitiointi- ja muut ohjelmat valmiina. Windows 95:ssä joudutaan käyttämään SCSI-kortin mukana tulevaa partitiointiohjelmaa.

PC:lle myytäviä SCSI-laitteita voi kytkeä myös Macintosh-mikroihin ja päinvastoin. Sopivat laiteohjaimet pitää vain olla saatavilla.

SCSI-ajuristandardeja ovat Adaptecin kehittämä ASPI (*Advanced SCSI Programming Interface*), Microsoftin LADDR (*Layered Device Driver Architecture*) ja CAM (*Common Access Method*), Future Domain pääasiallinen kehittäjä. Nämä ajuristandardit eivät ole yhteensopivia keskenään. Ne ovat suunniteltu takaamaan yhteensopivuus laitteiden ja ohjaimien välille, mutta käytännössä se ei ole varmaa.

ASPI on ajuristandardeista yleisin, jota tukevat lähes kaikki SCSI-laiteet halvimpia lukuunottamatta. CAM on toiseksi yleisin ja se on yleistymässä nopeasti ASPI:n rinnalle. ASPI ja CAM ovat ohjelmatason liityntöjä ja niiden avulla saadaan seitsemän SCSI-laitetta liitetyksi yhteen ohjainkorttiin. SCSI-1 ja -2 ovat taasen laitteistotason määritelmiä. Asennettaessa ASPI-laitetta tarvitsee se oman ajurin niin kuin ohjainkorttikin. ASPI-standardi on rajapintana ja kun laite ja ohjain käyttävät molemmat samaa ASPI-käskykantaa, onnistuu tiedon siirto ja kommunikointi ongelmitta.

Suurin ongelma SCSIa käytettäessä on tällä hetkellä oikean ajurin hankkiminen SCSI-laitteita asennettaessa. Ohjainta ja laitetta tukeva ajuri saattaa maksaa lähes SCSI-ohjaimen verran, joka tuntuu liioitellun suurelta. Miksi pitää maksaa ohjaimen verran ajurista, jotta jo toimivan ohjaimen saisi toimimaan.

CorelSCSI Software ohjelma sisältää laiteohjaimia ja se tukee suurta osaa ASPI-yhteensopivia SCSI-laitteita ja ohjaimia. Seuraavan version pitäisi tukea myös CAM-yhteensopivia laitteita. Paketti kannattaa hankkia jo yhden laitteen takia, jos erillinen ajuri maksaa enemmän kuin Corel SCSI:n hinta, joka on noin 800 mk. Corel-SCSIa hankittaessa kannattaa varmistaa, että se tukee hankittuja tai hankittavia laitteita.

Tuetut SCSI-laitteet

Oheislaitteet ovat hyvin erilaisia keskenään, vertaapa vaikka kirjoitinta ja kiintolevyä keskenään. Tämän takia tietylle laitetyypille tarvitaan tuki, ennen kuin sitä voidaan käyttää. SCSI-standardi tukee seuraavanlaisia laiteryhmiä:

SCSI-1

1 Suoraosoituslaite (Levyasemat)
2 Peräkkäishaku (Nauha-asemat)
3 Kirjoitin
4 Prosessori
5 WORM
6 Suoraosoituslaite, vain luku

SCSI-2

6 CD-ROM (SCSI-1:n kohta 6 korvattu)
7 Kuvanlukija
8 Magneto-optinen
9 Jukebox-laite
10 Kommunikointilaite

SCSI-3

Tukee edellisiä laitteita.

Ongelmia

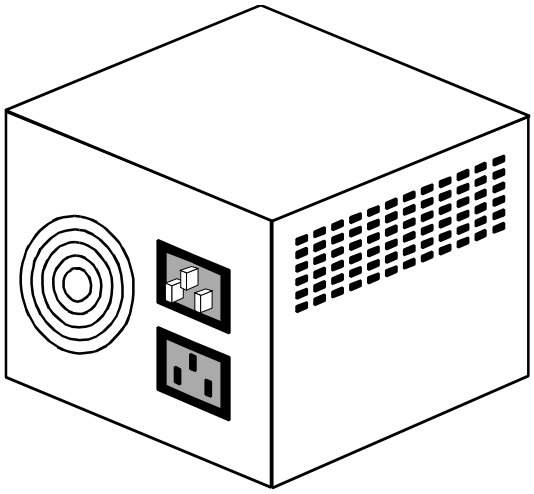
Kun SCSI-laitteissa on toimimattomuusongelmia, tarkista seuraavat asiat.

- Onko kaikki kaapelit kytketty kunnolla kiinni? Sisäinen kaapeli voi olla myös väärinpäin. Tarkista, että pinni 1 on oikealla paikalla.
- Onko SCSI-laitteissa virta päällä?
- Onko oikeat laitteet terminoitu? Vain ketjun päissä olevissa laitteissa on oltava terminaattori.
- Onko ID-numerot oikein? Kaikilla SCSI-laitteilla täytyy olla eri numero.

6. Väylä

7. VIRTALÄHDE

Virtalähde on PC-mikron toiminnalle eräs sen merkittävimpiä komponentteja. Sen toimimattomuus tai vikatilanteet havaitaan usein käytännössä liian myöhään - vasta kun kone ei käynnisty.



Kuva: Virtalähteen takaosasta löytyvät tuuletin sekä virran sisäänmeno- ja ulostuloliittimet. Sivulla on jäähdytysreikiä. Toiselta puolelta lähtevät virtajohdot emolevylle ja lisälaitteille.

Varoituksia

Mikron virtalähdettä ei saa korjata eikä edes avata ilman Sähkötarkastuskeskuksen (*SETI*) antamaa pätevyystodistusta, jonka pitää olla vähintään rajattu D-pätevyystasoinen. Asiantunteva henkilö voi asentaa mikroon lisäkortteja ja muistia, mutta virtalähteeseen ei siis saa kajota.

PC-mikron virtalähteen sisällä on kosketeltavissa olevia kohtia, joissa on 230 voltin vaihtojännite tai yli 300 voltin tasajännite! Älä milloinkaan käytä virtalähdettä ellei se ole suljetussa kotelossaan ja yhdistettynä suojamaadoitettuun pistorasiaan kunnossa olevalla suojamaadoitetulla kojeliitosjohdolla.

Älä yritä korjata virtalähdettä, vian etsiminen jännitteet päällä on hengenvaarallista! Väärin asennetut komponentit saattavat räjähtää, oikein asennetut väärät komponentit saattavat syttyä tuleen!

Vaikka virtalähteen lähtöjännitteet ovat pieniä ja siitä syystä tuntuvat vaarattomilta, suuret virrat saattavat aiheuttaa vahinkoa. Tehokkaan virtalähteen 5 voltin käyttöjännitelinja voi syöttää yli 20 ampeerin virran eli tehoa yli 100 wattia. Sormuksen tai metallisen kellonrannekkeen osuessa käyttöjännitteen ja maan välille, ne saattavat kuumentua polttaviksi.

Liityntä sähköverkkoon

PC-mikrot kannattaa aina kytkeä suojamaadoitettuun pistorasiaan. Vikatilanteessa suojamaadoitus estää verkkojännitteen pääsyn laitteen runkoon ja sitä kautta käsin kosketeltaviin metalliosiin. Mikäli virtalähteeseen tulee vaaratilanteen aiheuttava vika, suojamaadoituksen ansiosta sulake palaa sähkökeskuksen sulaketaulussa. Mikäli suojamaadoitusta ei ole, saattaa laitteen runko vikatilanteessa tulla jännitteelliseksi, jolloin siihen koskettaminen saattaa aiheuttaa hengenvaarallisen sähköiskun.

Sähkövirta tulee rakennuksen pääkeskukseen tavallisesti kolmivaiheisena. Pääkeskuksesta sähkö syötetään kulutuspisteisiin yksivaiheisena, kolmivaiheisesta jännitteestä saadaan kolme erillistä 230 voltin vaihetta. Häiriöt etenevät sähköverkon kautta laitteista toisiin silloin kun ne on kytketty samaan vaiheeseen. Mikäli samaan vaiheeseen mikron kanssa on kytketty häiriöitä aiheuttava laite, pääsee häiriö helposti kulkeutumaan mikron virransyöttöön. Häiriö saattaa aiheuttaa boottauksen tai muuta sekoilua, varsinkin mikäli mikron virtalähteen häiriönsuodatus on huono.

Yksittäiseen mikroon tulevia sähköhäiriöitä voidaan vaimentaa asentamalla mikron ja pistorasian väliin suojaerotusmuuntaja 230 V/230 V. Muuntaja päästää 50 Hz vaihtovirran lävitseen mutta vaimentaa suurtaajuisia häiriöitä. Jotkut virtalähteet ovat erityisen herkkiä häiriöille ja sammuttavat helposti itse itsensä pienimmistäkin häiriöistä. Laite käynnistyy uudestaan vasta kun verkkokytkin asetetaan joksikin aikaa OFF-asentoon.

LANiin eli paikallisverkkoon kytkettävien koneiden sähkön syöttöön kannattaa jo suunnitteluvaiheessa paneutua huolella. LANeissa riittää murheita muutenkin aivan tarpeeksi.

Käyttöjännitteen valinta

Virtalähteen takaosassa on yleensä vaihtokytkin, jolla käyttöjännitteeksi voidaan valita 115 tai 230 volttia. Ennen kuin uusi kone kytketään verkkoon, on syytä tarkistaa, että kytkin on asennossa 230 volttia. Mikäli kytkin on asennossa 115 V ja kone kytketään 230 voltin verkkojännitteeseen, ainakin koneen verkkosulake palaa. Ennen sulakkeen palamista saattaa palaa muitakin komponentteja.

Samalla kannattaa tarkistaa, että virtalähteestä löytyy Sähkötarkastuskeskuksen hyväksyntä eli FI-tarra.

Sulakkeen vaihto

Mikäli sulake on vaihdettavissa avaamatta virtalähdettä, voidaan palanut sulake vaihtaa asentamalla nimellisarvoltaan ja nopeudeltaan samanlainen sulake sulakepesään. Sulake saattaa palaa omia aikojaan, mutta mikäli uusikin sulake palaa virran kytkemisen jälkeen, on se yleensä merkki oikosulusta virtalähteessä ja vaatii laitteen lähettämisen huoltoon.

Päälle- ja poiskytkentäjärjestys

Kun mikro tai sen oheislaite kytketään päälle, saattaa se aiheuttaa verkkojännitteeseen häiriöpiikin. Tästä syystä ensin kannattaa kytkeä virta oheislaitteisiin ja vasta viimeiseksi mikroon, silloin oheislaitteiden kytkeytymisestä mahdollisesti aiheutuva häiriöpiikki ei sotke mikron käynnistymistä.

Mikro lähettää käynnistyessään alustussignaalin oheislaitteille. Mikäli mikron käynnistys on häirinnyt oheislaitteiden toimintaa, se palautuu normaaliksi alustussignaalin ansiosta. Poiskytkentäjärjestys on päinvastainen. Ensin mikro ja sen jälkeen oheislaitteet.

Virtaliitin näytölle

PC-mikron virtalähteen takapaneelissa on usein liitin, johon voidaan kytkeä näytön verkkojohto. Kun mikro kytketään päälle, kytkeytyy myös näyttö päälle, mikäli sen verkkokytkin on päällä. Mikäli näytön tehonkulutus on suurempi kuin liittimeen kytkettävän laitteen maksimiteho, saattaa mikron verkkokytkin ylikuormittua.

Tieto liittimeen kytkettävän laitteen maksimitehosta löytyy mikron takaseinästä tai käsikirjoista. Se saattaa olla alle 100 W, jolloin esimerkiksi 150 W tehoista laitetta ei liittimeen saa liittää.

Ominaisuudet

PC-mikron virtalähteestä saatavat tasajännitteet ovat +5, -5, +12 ja -12 volttia. Maksimi antoteho riippuu virtalähteen antojännitteiden maksimivirroista, esimerkkinä tyypillinen 200 W virtalähde:

Jännite V	Maksimi virta A	Maksimi teho W
+ 5	20 (min.5 A)	100
- 5	0,3	1,5
+ 12	8 (min.1 A)	96
- 12	0,3	3,6
	Yhteensä	201,1 W

5V/20A tarkoittaa sitä, että tarpeen vaatiessa virtalähde syöttää 5 voltin käyttöjännitelinjaan 20 ampeerin virran. Jos laite ei kuluta kuin 10 A, jää 10 A vielä reserviin. Teho saadaan kertomalla jännite ja virta keskenään. Jos jännite on 5 volttia ja virta 10 ampeeria, teho on 50 wattia.

Jos mikro vaatisi toimiakseen 5V/25A, ei esimerkin virtalähde pystyisi sitä antamaan, vaan virtalähteen ylivirtasuoja katkaisisi ainakin 5 voltin käyttöjännitteen syötön.

Virtalähteellä voi olla myös minimivirrat, kuten esimerkin virtalähteessä.

Mikäli virta on alle minimin, saattaa lähtöjännitteen arvo ylittää toleranssit. Jotkut virtalähteet eivät käynnisty ollenkaan, mikäli ulostuloja ei ole kytketty johonkin virtaa kuluttavaan laitteeseen.

Jos käyttöjännitelinja oikosulkeutuu maahan, nousee virta kunnes ylivirtasuoja ehtii katkaista käyttöjännitteen syötön. Sitä ennen saattaa kyllä ehtiä katketa muutakin. Yleensä oikosulkutilanteessa virtalähde sammuttaa itse itsensä. Mikäli se ei ehtinyt vaurioitua, käynnistyy se normaalisti sen jälkeen kun verkkokytkin pidetään jonkin aikaa OFF-asennossa.

PC-mikrojen virtalähteiden maksimi teho on tyypistä riippuen 100 - 300 W. Nykyaikainen emolevy kiintolevyineen kuluttaa vain 30 - 40 W tehoa. Tehoa jää usein varsin riittävästi vielä lisäkiintolevyille ja CD-ROM-asemalle.

Jäähdytys

Mikrossa olevan elektroniikan käyttöikään vaikuttaa sen toimintalämpötila ja lämpötilan muutokset. Nyrkkisäätö on, että mikäli toimintalämpötila nousee 10°C, putoaa käyttöikä puoleen. Lämpötilan muutokset aiheuttavat lämpölaajenemisesta johtuvia mekaanisia rasituksia komponenteille. Ihannetilanne olisi viileä tasainen lämpötila läpi vuoden, oli mikro sitten käytössä tai ei.

Käyttölämpötilaan vaikuttaa tuuletuksen tehokkuus. Siihen voi käyttäjä vaikuttaa sijoittamalla mikro ilman kierron kannalta mahdollisimman hyvään paikkaan. Lämpötilan tasaisuuteen voi vaikuttaa pitämällä mikro koko ajan päällä, jolloin lämpötilan muutokset ovat pienempiä.

Pahin tilanne on silloin, kun mikro on suljetussa ja tuulettamattomassa tilassa sekä sitä pidetään päällä tunti muutaman tunnin välein.

Virtalähteen yhteydessä oleva tuuletin puhaltaa ilmaa pois kotelon sisältä. Korvausilma saadaan koneen etuosassa olevista aukoista. Mikropiireissä ja muissa komponenteissa syntyvä lämpö on saatava siirretyksi pois, muuten ne saattavat kuumentua liikaa. Joissakin mikroissa ilma kulkee mikron sisään suodattimen läpi tuulettimen avulla.

Mikäli ilma ei pääse vapaasti kiertämään, lämpötila koneen sisällä alkaa nousta. Kun lämpötila nousee liian korkeaksi, alkaa kone temppuilla, näyttöön tulee esimerkiksi *Parity Error* tai ohjelma jää jumiin. Onneksi viat eivät ole pysyviä, vaan lämpötilan laskettua kone toimii taas

normaalisti.

Mikäli koneen takana olevat käyttämättömien lisäkorttipaikkojen suojalevyt eivät ole paikoillaan, saattaa ilman kierto koneen sisällä häiriintyä ja aiheuttaa liian korkeasta lämpötilasta johtuvia virhetoimintoja. Suojalevyt estävät myös suurtaajuisen häiriösäteilyn leviämistä koneen ulkopuolelle.

Tuulettimen pitämää ääntä vaimennetaan joissakin mikroissa säätämällä tuulettimen pyörintänopeutta lämpötilan mukaan. Kun kone laitetaan kylmänä päälle, tuuletin alkaa pyöriä hiljaisella nopeudella, pitäen vähän melua. Lämpötilan noustessa pyörintänopeus automaattisesti kasvaa ja tuuletus paranee.

Tuuletin on harjaton tasavirtamoottori ja sen käyttöjännite on 12 V. Mikäli tuuletin pyörii, on ainakin +12 voltin käyttöjännite kunnossa.

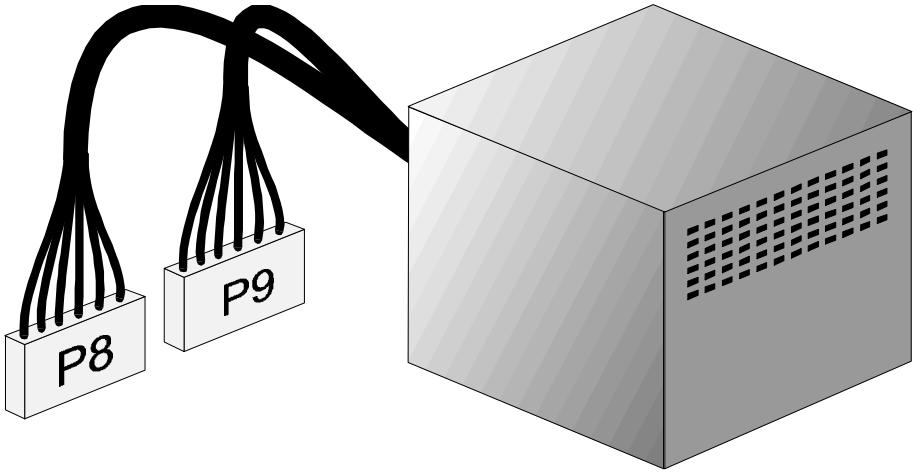
Liittimet

Virtalähteessä on liittimet emolevylle ja kaksi erilaista liitäntätyyppiä oheislaitteille. Huomaa, että ATX-emolevyssä ja virtalähteessä on erilainen yksiosainen emolevyn virtaliitin, joka ei ole yhteensopiva muiden kanssa.

AT- ja Baby AT -emolevyjen virtaliitin

Emolevyn virtaliitin koostuu kahdesta virtalähteeltä tulevasta liittimestä: P8 ja P9. Ne asennetaan vierekkäin emolevyllä olevaan liittimeen. Toinen liittimistä kytketään napoihin 1 - 6 ja toinen napoihin 7 - 12.

Mikäli joudut irrottamaan virtaliittimen emolevyltä, merkitse liittimen/liittimien asento ennen irrotusta paperille sekä tussilla liittimiin. Samalla kannattaa merkitä muistiin muutkin emolevyltä lähtevät johdot ja niiden liittimet.



Kuva: Emolevyn virtaliittimet.

Emolevyn virtaliittimen kytkennät ovat seuraavat:

PC-mikron virtalähteen virtaliitin (8086/88)		
Pinni	**Väri**	**Signaali**
1	Oranssi	Power Good
2	Punainen	Access Key
3	Keltainen	+12 V
4	Sininen	-12 V
5	Musta	Ground
6	Musta	Ground
7	Musta	Ground
8	Musta	Ground
9	Valkoinen	-5 V
10	Punainen	+5 V
11	Punainen	+5V
12	Punainen	+5V

AT-mikron virtalähteen virtaliitin (286 ja uud.)		
Pinni	**Väri**	**Signaali**
1	Oranssi	Power Good
2	Punainen	+5 V
3	Keltainen	+12 V
4	Sininen	-12 V
5	Musta	Ground
6	Musta	Ground
7	Musta	Ground
8	Musta	Ground
9	Valkoinen	-5 V
10	Punainen	+5 V
11	Punainen	+5V
12	Punainen	+5V

Liittimen Power Good -linjan avulla virtalähde ilmoittaa käynnistyksen yhteydessä emolevylle, että 5 voltin käyttöjännite on noussut nimellisarvoonsa. Vähän ennen kuin 5 voltin käyttöjännite on laskenut verkkojännitekatkoksen takia alle sallitun arvon, Power Good -linjan arvo "1" putoaa hetkeksi "0":aan, mikä vastaa RESET-kytkimen painallusta. Näin saadaan estetyksi prosessorin mahdollinen sekoileva toiminta alijännitteisenä. Power Good -linjaa ei ole PC:n virtalähteissä.

Jos kytket väärin, on seurauksena...

AT-virtalähteestä emolevylle menevien johtojen päissä on yleensä kaksi samanlaista liitintä. Jostain käsittämättömästä syystä rakenne on sellainen, että liittimet voidaan kytkeä väärin päin, eli napoihin 1 - 6 tarkoitettu liitin voidaan asennetaan napoihin 7 - 12 ja päinvastoin!

Väärinpäin kytkettynä emolevyn vaurioituminen on todennäköistä. Ole hyvin tarkkana liitinten kytkemisessä oikein päin.

Mikäli näin vahingossa tapahtuu, tilanne on seuraava:

1. Virtalähteeltä lähtevä + 5 volttia oikosulkeutuu maahan, jos emolevyn GND ja virtalähteen maa ovat kytketty laitteen runkoon, kuten ne normaalisti ovat. Se saattaa pelastaa tässä tilanteessa paljon.

2. Virtalähteeltä lähtevä - 12 V oikosulkeutuu 5 voltin linjan mukana maahan.

3. Emolevy saa - 5 voltin sijasta + 12 V.

4. Emolevy saa + 12 voltin sijasta - 5 V.

5. Emolevy saa - 12 voltin sijasta + 0 V (5 V on oikosulussa).

6. Emolevy saa signaalin Power good "0" eli 5 voltin jännite on alle nimellisarvon.

Se mitä emolevylle tapahtuu, riippuu siitä, kuinka nopeasti virtalähde sammuttaa itse itsensä havaittuaan oikosulun. -5 ja + 12 voltin käyttöjännitelinjoilla olevat tantaalikondensaattorit saattavat ehtiä räjähtää ja muut komponentit vahingoittua.

Mikäli virtalähteen runko ja emolevyn maa eivät ole yhteydessä toisiinsa, emolevy saa negatiivisen 5 voltin käyttöjännitteen ja silloin komponentteja tuhoutuu nopeammin kuin ehdit laskemaan!

Kytke oikein!

Yleensä liitin on Baby-AT-kokoisessa emolevyssä pitkittäin ja siten, että napa 1, Power good, on lähimpänä emolevy takareunaa. **Neljä mustaa maajohtoa pitää olla emolevyn liittimien keskellä.** Liittimet ovat väärin päin jos kaksi reunimmaista johtoa liittimen molemmissa päissä ovat mustia. Täyskokoisessa emolevyssä liitin voi olla myös poikittain.

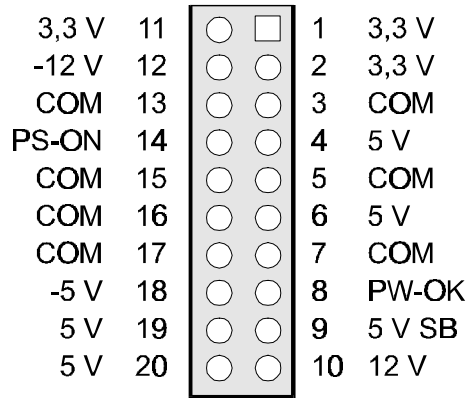
Jos olet vähääkään epävarma siitä, kuinka liittimet pitää asentaa, älä asenna niitä. Mikäli kytket liittimet väärin, saattaa emolevy ja/tai virtalähde vahingoittua käyttökelvottomaksi.

Varmista liittimien oikea järjestys emolevyn käsikirjasta ja varmista vielä, että olet käsittänyt asian oikein.

ATX-emolevyn virtaliitin

ATX-emolevyssä ja virtalähteessä tulee uudenlainen pienempi ja yksiosainen virtaliitin.

ATX-virtaliittimessä on useita 3,3 voltin ulostuloja, joita aikaisemmassa virtaliittimessä ei ole ollut. Monet uudet prosessorit ja PCI-lisäkortit siirtyvät pikkuhiljaa 5 voltista 3,3 volttiin käyttämiseen, joten on tärkeää saada oikea jännite suoraan emolevylle.

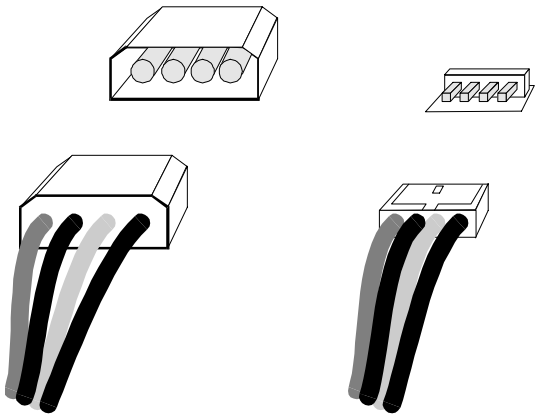


Kuva: ATX-emolevyn virtaliitin.

Lisälaitteiden virtaliittimet

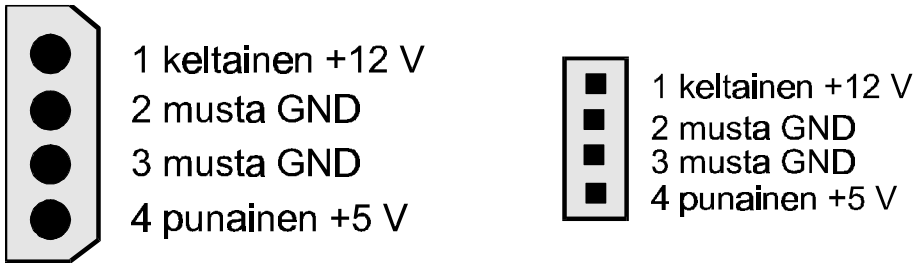
Näillä liittimillä syötetään virtaa kotelossa oleville lisälaitteille, kuten esimerkiksi kiintolevyille ja levykeasemille.

Virtaliittimiä on kahta eri kokoa: vanhempi suuri liitin ja uudempi pieni liitin. Vanhoista levyasemista löytyy liitäntä vain suuremmalle liittimelle.



Kuva: Iso- ja pienikokoinen virtaliitin sekä vastakappaleet.

Uudemmissa asemissa voi olla molemmat tai vain toinen liittimistä. Muunninkappaleita on käytettävä, jos virtaliitin on erikokoinen kuin levyaseman liitin. Haaroituskappaleilla saadaan jaettua yksi liitin kahdeksi, jos virtaliittimiä on liian vähän.



Kuva: Iso ja pieni virtaliitin lisälaitteille.

Suurempaa liitintä ei saa asennettua väärin päin. Pienempi liitin voi joissakin levykeasemissa mennä yhden piikin verran sivuun. Seurauksena on oikosulku ja virtalähteen ylivirtasuojan laukeaminen. Yleensä virtalähde käynnistyy normaalisti sen jälkeen kun verkkokytkin pidetään jonkin aikaa OFF-asennossa.

Toimintaperiaate

Perinteisessä 'lineaarisessa' virtalähteessä 230V/50 Hz vaihtojännite muunnetaan halutuiksi jännitteiksi verkkomuuntajan avulla, jonka jälkeen vaihtojännitteet tasasuunnataan ja reguloidaan. 50 Hz vaihtojännitteen muuntamiseen tarkoitettu muuntaja on rautasydäminen, painava ja kooltaan suuri siitä saatavaan tehoon nähden.

Tästä syystä PC-mikrojen virtalähde toimii hakkuriperiaatteella. 230 V/50 Hz vaihtojännite tasasuunnataan, jolloin saadaan 325 voltin tasajännite. Tästä tasajännitteestä tehdään paljon suurempitaajuista (10 - 30 kHz) vaihtojännitettä "hakkaamalla" se pulsseiksi. Nyt voidaan käyttää jännitteen muuntamiseen ferriittisydämistä muuntajaa, joka on hyötysuhteeltaan parempi sekä painoltaan ja kooltaan pienempi kuin vastaavan tehon antava perinteinen verkkomuuntaja.

Muuntajasta saatavat vaihtojännitteet tasasuunnataan ja reguloidaan. Huonona puolena ovat suurtaajuushäiriöt, jotka aiheutuvat 325 voltin kanttipulssin sisältämistä harmonisista yliaalloista. Virtalähteen metallikuoren yksi tarkoitus on pitää häiriöt sisällään.

8. APUMUISTIT

Apumuisteja *(Mass Storage)* käytetään ohjelmien ja dokumenttitiedostojen tallennukseen, ohjelmien asennusmediana ja kiintolevyn varmuuskopiointiin. Apumuisteista käytetään myös massatallennin-nimitystä kuvaten sitä, että apumuistit on tarkoitettu laajojen tietomäärien tallennukseen. Lähes kaikkien apumuistien tallennuskapasiteetti on suurempi kuin mikron käyttömuistin eli RAM-muistin määrä. Poikkeuksena on lähinnä tavallinen levykeasema, jonka tallennuskapasiteetti on tyypillisesti 1,44 megatavua

Mikrotietokoneiden alkuaikoina levykeasemien tallennuskapasiteetti oli monin verroin suurempi kuin RAM-muistin määrä. Silloin keskusmusitia oli esimerkiksi 64 kt ja levyaseman kapasiteetti 160 kt.

Apumuisteja on monia tyyppejä ja niissä käytetään tekniikoita, joista suurin osa soveltuu eri käyttötarkoituksiin. Valtaosa apumuistityypeistä perustuu magneettiseen menetelmään, mutta optiset menetelmät ovat yleistymässä erityisesti tiedon luvussa.

Suurin osa apumuisteista on levymuisteja, kuten muun muassa levyke, kiintolevy ja CD-ROM-levy. Niiden lisäksi tulee nauha-asemat, joita käytetään pelkästään varmistustalletuksiin.

Apumuistien tallennuskapasiteetti ilmoitetaan kilotavuina tai megatavuina, missä kilotavu tarkoittaa yleensä 1 024 tavua ja megatavu 1 024 * 1 024 tavua (1 048 576). Tapa johtuu siitä, kuinka RAM-muistin määrä ilmaistaan. Käytäntö kuitenkin vaihtelee, esimerkiksi kiintolevyvalmistajat tarkoittavat yhdellä megatavulla yleensä 1 000 000 tavua. Näin esimerkiksi valmistajan mukaan 245 megatavun kiintolevyn kapasiteetti saattaakin olla todellisuudessa vain 233 megatavua.

Levykeasema ja levykkeet

Levykeasema on vakiovarusteena lähes kaikissa mikroissa. Poikkeuksena ovat levykeasemattomat verkkotyöasemat, jotka käynnistetään suoraan verkkoon. Myös joistakin akkukäyttöisistä sylimikroista on levykeasemattomia versioita.

Levykeasemista on sekä 5,25" levykkeitä (*lerppu*) käyttäviä versioita että 3,5" levykkeitä (*korppu*) käyttäviä versioita. On olemassa myös kaksoisasemia, joissa on molemmat levykeasematyypit. Kaksoisaseman etuna on, että asennettaessa tarvitaan vain yksi 5,25" apumuistipaikka. 5,25" asemat ovat käytännössä jo vanhentuneet. Ainoastaan vanhempia ohjelmia

voi myyjien erikoistarjouksissa olla saatavana 5,25" levykkeillä.

Levykeasemat jakaantuvat edelleen tallennuskapasiteetin mukaan 360 kilotavun, 1,2 megatavun, 720 kilotavun, 1,44 megatavun ja 2,88 megatavun levykeasemiin. Yleisin tyyppi on 1,44 megatavun levykeasema. Uusimpina tulokkaina ovat optista luku/kirjoituspään kohdistusmenetelmää käyttävät levykeasemat (*Floptical*), jotka tallentavat 21 megatavua 3,5 tuuman erikoislevykkeille.

Levykeaseman toiminta

Levykeaseman perusosia ovat

- Ohjauselektroniikka
- Luku/tallennuselektroniikka
- Luku/kirjoituspää
- Levykkeen pyöritysmoottori
- Lukupään siirtomoottori

Levykeaseman ohjauksen suorittaa levykeaseman ohjainpiirit, jotka sijaitsevat uudemmissa mikroissa emolevyllä.

Lukupään siirtämiseen uralta toiselle käytetään askelmoottoria. Itse lukupää on kiinteässä kosketuksessa levypintaan (kummaltakin puolelta). Tästä syystä puhtaus on levykkeitä käytettäessä erittäin tärkeää, koska levyn pinnalla olevat roskat voivat tarttua lukupäähän ja naarmuttaa levykkeen. (Ks. Puhdistuslevykkeet.)

Rakenne

Levykkeitä on useita erilaisia kapasiteetiltaan ja myös nopeudeltaankin. Tässä luvussa käsitellään levykkeiden erot. Huomaa, että vanhemmat levykeasemat eivät pysty lukemaan uusia levykemuotoja. Lähes poikkeuksetta nykyiset levykeasemat pystyvät lukemaan 1,44 megatavun levykkeitä ja sitä kapasiteetiltaan pienempiä levykkeitä. 2,88 megatavun levykeasemat ovat suhteellisen harvinaisia.

Tiedon lukunopeus ja siirtonopeus vaihtelevat levykeaseman tallennuskapasiteetin mukaan, sillä tallennuskapasiteetin kasvaessa yhdelle uralle tallennetaan useampia sektoreita. Kun tieto on tiheämmässä, saadaan se luettua nopeammin, kun lukumatka pysyy samana. Levykkeiden pyörimisnopeus on kaikilla tavanomaisilla levykeasemilla 300 kierrosta minuutissa.

Tieto tallennetaan levykkeille ympyrän muotoisille urille, jotka on jaettu sektoreihin. Sektoreiden lukumäärä vaihtelee tallennuskapasiteeteittain ja käyttöjärjestelmän versioittain. Myös uratiheys vaihtelee tallennuskapasiteeteittain.

Nykyisin käytettävät levykkeet ovat kaikki kaksipuolisia. Vanhemmissa levykkeissä saatetaan törmätä yksipuolisiinkin versioihin. Levykkeiden eri versioiden nimet ja käytössä olevat levypinnat ovat seuraavassa taulukossa.

Levykkeiden levypinnat ja merkinnät

Tyyppi	Levypintoja	Koko	Kapasiteetti
1S/2D	1	5,25"	180 kt
2S/2D	2	5,25"	360 kt
2S/HD	2	5,25"	1,2 Mt
1DD	2	3,5"	360 kt
2DD	2	3,5"	720 kt
2HD	2	3,5"	1,44 Mt
2ED	2	3,5"	2,88 Mt

Seuraavassa listassa on levypintojen määrän ilmaisevat merkinnät.

- SS, 1S, Single Sided — Yksi levypinta käytössä
- DS, 2S, Double Sided — Kaksi levypintaa käytössä

Joskus puolien määrä saatetaan ilmaista vain numerolla, jonka perässä on tiheyden ilmaiseva kirjainpari. Esimerkiksi 2DD tarkoittaa kaksipuolista, kaksinkertaisella tiheydellä olevaa levykettä.

8. Apumuistit

Seuraavassa listassa on eri tiheyksien ilmaisevat merkinnät.

- SD, Single Density — Perustiheys
- DD, Double Density — Kaksinkertainen tiheys
- HD, High Density — Suuri tiheys
- ED, Extended Density — Erittäin suuri tiheys

Kaksipuolista levykettä käytettäessä tallennukseen käytetään levykkeen molemmat levypinnat (automaattisesti, levykettä ei tarvitse kääntää). Kaksoistiheys taas tarkoittaa sitä, että levykkeelle tallennetaan kaksinkertainen tietomäärä verrattuna perustiheyksiseen levykkeeseen. Tämä saavutetaan käyttämällä levykeasemassa MFM-koodausta. Ensimmäisissä levykeasemissa käytettiin FM-koodausta.

Seuraavassa taulukossa on eri levykeasemien teoreettiset tiedonsiirtonopeudet.

Levykeaseman tiedonsiirtonopeudet

Levykeasema	Tiedonsiirtonopeus
5,25"/360 kt	250 kbit/s (31,25 kt/s)
5,25"/1,2 Mt	500 kbit/s (62,5 kt/s)
3,5"/720 kt	250 kbit/s (31,25 kt/s)
3,5"/1,44 Mt	500 kbit/s (62,5 kt/s)
3,5"/2,88 Mt	1000 kbit/s (125 kt/s)

Seuraavassa taulukossa on eri levykkeiden tarkemmat rakennetiedot.

Levykkeiden rakennetiedot					
Tyyppi	**Formatoitu kapasiteetti**	**Koko**	**Uria/puoli**	**Sektoria/ ura**	**Uratiheys**
1S/2D	180 kt	5,25"	40	9	48 tpi
2S/2D	360 kt	5,25"	40	9	48 tpi
2S/HD	1,2 Mt	5,25"	80	15	96 tpi
1DD	360 kt	3,5"	80	9	135 tpi
2DD	720 kt	3,5"	80	9	135 tpi
2HD	1,44 Mt	3,5"	80	18	135 tpi
2ED	2,88 Mt	3,5"	80	36	135 tpi

Levykeaseman kuluminen

Levykeasema kuluu käytössä hitaasti mutta varmasti. Ensinnäkin huoneistossa oleva suuri pölymäärä aiheuttaa nopeampaa kulumista verrattaessa pölyttömiin tiloihin. Tupakansavu niinikään on myrkkyä levykeasemille.

Luku/kirjoituspäiden siirtäminen kuluttaa moottoreita ja ohjausyksiköitä aiheuttaen epätarkkuutta toimintoihin. Kun rakenne väljistyy alkaa virheitä ilmaantua. Kulumisen huomaa levykkeiden käytön yhteydessä tulevista virheilmoituksista. Varsinkin muissa mikroissa kirjoitetut levykkeet saattavat olla mahdottomia lukea väljistyneellä levykeasemalla. Lukupää on saattanut siirtyä sen verran vinoon, että se ei osu oikean uran kohdalle.

Levykeaseman kuluminen on siitä salakavalaa, että omien levykkeiden käyttö toimii hienosti. Koska koko luku/kirjoituspääyhdistelmä on hieman vinossa, syntyy kirjoitettava ura myös vinoon. Lukeminen tapahtuu niin ikään siitä hieman sivussa olevasta urasta. Ongelmia tulee vain, kun yritetään käyttää muualla kirjoitettuja levykkeitä.

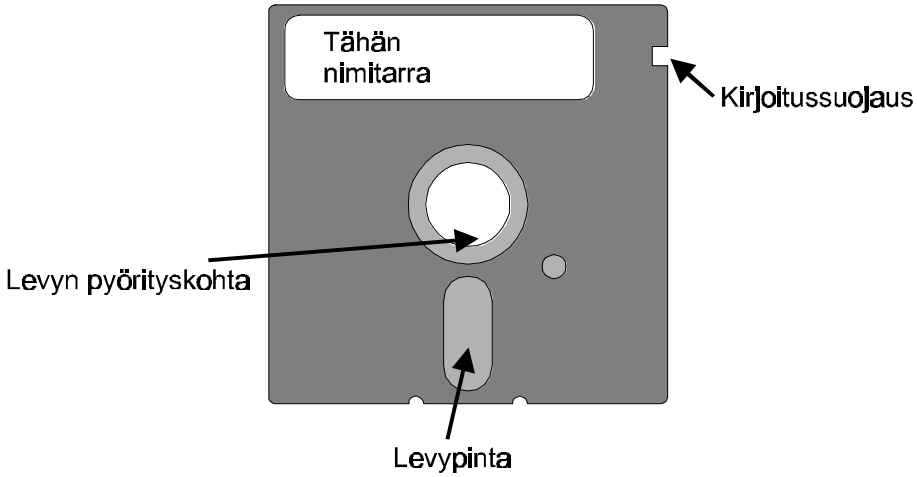
Jos edellä mainittuja oireita ilmaantuu, on syytä vaihtaa levykeasema välittömästi. Huomaa, että osa kirjoittamistasi levykkeistä saattaa olla lukukelvottomia oikein toimivalla asemalla. Siirrä siksi tärkeät tiedostot kiintolevylle ennen levykeaseman vaihtoa. Kopioi ne takaisin levykkeille ehjällä levykeasemalla.

Levykeasemat ovat niin edullisia, että niitä ei kannata korjauttaa. Tuntiveloitus on ainakin kaksinkertainen levykeaseman hintaan verrattuna. Lisäksi tunti ei usein edes riitä korjaukseen.

5,25" levykeasema ja levykkeet

5,25" levykeasemasta on nykyisin vielä käytössä kaksi perusversiota:

- 360 kilotavua
- 1,2 megatavua



Kuva: 5.25" levyke.

Ensimmäisissä IBM PC-mikroissa oli 160/180 kilotavun yksipuolinen levykeasema, mutta 320/360 kilotavun kaksipuolinen levykeasema syrjäytti pian sen. 1,2 megatavun levykeasema yleistyi IBM AT:n myötä.

5,25" levykkeiden koot ovat 360 kilotavua ja 1,2 megatavua. 1,2 megatavun levykeasemassa voi käyttää 360 kilotavun levykkeitä, mutta päinvastainen käyttö ei onnistu. 1,2 megatavun levykeasemalla voi myös alustaa 360 kilotavun levykkeitä, mutta ongelmia voi syntyä, jos tällaista levykettä käytetään 360 kilotavun levykeasemassa, sillä 1,2 megatavun levykeasemassa uran leveys on kapeampi kuin 360 kilotavun levykeasemassa.

360 kilotavun levykkeelle alustetaan 9 sektoria uralle ja 48 uraa tuumalle.

DOS 2.0:aa aikaisemmat DOS-versiot alustavat levykkeisiin 8 sektoria, mistä syystä yksipuolisen levykkeen tallennuskapasiteetti on DOS 1.1:ä käytettäessä 160 kilotavua ja kaksipuolisen levykkeen 320 kilotavua.

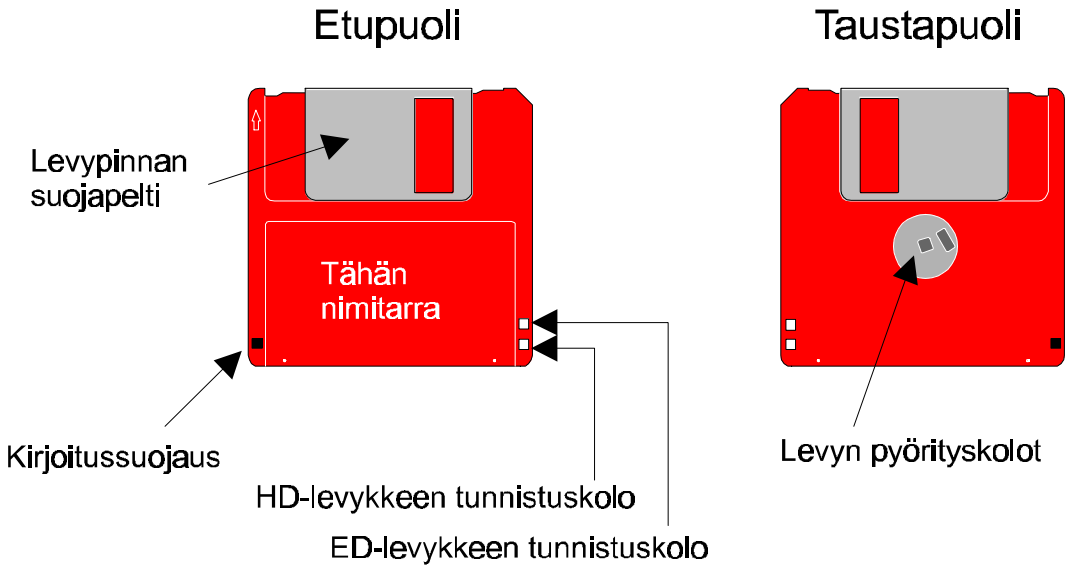
5,25" levykkeet kirjoitussuojataan peittämällä levykkeen oikeassa reunassa oleva kolo. Kolo on peitettävä läpinäkymättömästi, sillä kirjoitussuojaus tunnistetaan optisesti.

3,5" levykeasema ja levykkeet

3,5" levykeasema yleistyi PC-mikroissa IBM PS/2 -sarjan esittelyn myötä (1987). 3,5" asemasta on levykekapasiteetiltaan kolme versiota:

- 720 kt (DD)
- 1,44 Mt (HD)
- 2,88 Mt (ED)

Asemat ovat ylöspäin yhteensopivia, eli suuremman tallennuskapasiteetin omaavassa asemassa voi käyttää pienemmän tallennuskapasiteetin levykkeitä.



Kuva: 3.5" levyke.

3,5" levykkeessä varsinainen levy on sijoitettu muovikotelon sisään. Kotelossa on metalliliuska, joka suojaa levykkeen pintaa lukupään kohdalta. Kun levyke työnnetään asemaan, asema työntää metalliliuskan itse syrjään. Vaikka 3,5 levykkeessä on suojaava kotelo, ei se ole täysin aukoton. Levykkeen alapuolella on levykkeen pyörittämiseen tarkoitettu aukko, josta voi päästä roskia sisään, jos levykettä säilytetään huolimattomasti.

1,44 megatavun ja 720 kilotavun levykkeet erottaa toisistaan 1,44 megatavun levykkeessä olevan HD- tai 2HD-merkinnän (*High Density*) ja 720 kilotavun levykkeessä olevan DD- tai 2DD-merkinnän (*Double Density*) perusteella. Levyketyypit erottaa myös 1,44 megatavun levykkeen vasemmassa yläreunassa olevasta tunnisteaukosta, joka puuttuu 720 kilotavun levykkeestä.

2,88 megatavun levyke sisältää 1,44 megatavun levykkeen tunnistusaukon lisäksi toisen tunnistusaukon. Lisäksi siinä on merkintänä ED tai 2ED (*Extra High Density*).

3,5" levyke kirjoitussuojataan avaamalla levykkeen vasemmassa alareunassa olevan suojausaukon läppä. Läppää liikutetaan levykkeen taustapuolelta. Menetelmä on päinvastainen kuin 5,25" levykkeissä, jotka kirjoitussuojataan peittämällä suojausaukko.

Jotkut valmisohjelmat toimitetaan levykkeillä, jotka on pysyvästi kirjoitussuojattu poistamalla suojausaukon läppä. Jos tällaiselle levykkeelle halutaan tallentaa, on suojausaukko peitettävä läpinäkymättömästi, sillä levykeasema saattaa tunnistaa kirjoitussuojan päälläolon optisesti.

Ohjain

Levykeasemaohjain on integroituna kiintolevyn ohjainkorttiin tai emolevylle. Levykeasemaohjain kykenee ohjaamaan kahta levykeasemaa, jotka ovat kirjaintunnuksilla A ja B.

2,88 megatavun levykeaseman asentaminen vaatii yleensä myös uuden levykeasemaohjaimen, sillä vanhemmat levykeasemaohjaimet tukevat levykeasemia vain 1,44 megatavuun asti.

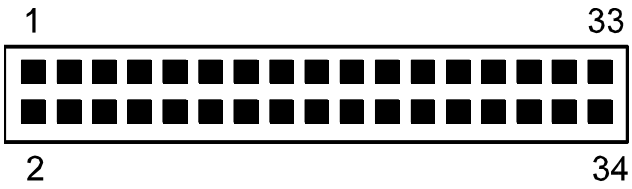
Tietokaapeli

Levykeaseman ja ohjainkortin välisessä lattakaapelissa on 34 johdinta. Kaapelia pitkin kulkevat molempien levykeasemien ohjaus- ja data-signaalit. Kaapelin 1-johdin on merkitty yleensä punaisella ja se on liitettävä oikein päin sekä levykeasemaan että ohjainkorttiin. Ohjainkortissa liitinnastat on joko numeroitu tai liitinnastoja kiertää maalattu viiva, jossa ykkösnasta on merkitty viisteellä.

Vanhemmissa levykeasemissa (erityisesti 5,25" levykeasemissa) on lovityyppinen liitin, jossa ohjausura estää liittimen kytkemisen väärin päin, mikäli kaapelin liittimessä on vastaava ohjausliuska. Uudemmissa levykeasemissa on piikkiliitin, jonka yläreunassa on lovi kaapelin liittimessä olevalle ohjausliuskalle.

Kaapelissa on yleensä liitäntä kahdelle levykeasemalle (vaihtoehtoisesti toisen levykeaseman tilalle - tai lisäksi - voidaan liittää levykeasemaliitäntää käyttävä nauha-asema, katso luku Nauha-asemat). Kaapelin päässä olevaan liittimeen liitetään A-asemaksi tarkoitettu levykeasema ja keskellä olevaan liittimeen B-asemaksi tarkoitettu levykeasema.

Liitäntäkaapelista on sekä suora lattakaapeliversio, että käännetty lattakaapeliversio, jossa johtimien 10 - 16 järjestys kääntyy ristiin levykeasemien liitinten välissä. Näistä olennaisia signaalijohtimia ovat 10, 12, 14 ja 16. Kaikki parittoman numeron omaavat signaalit on kytketty yhteiseen maahan.



Levykeaseman liitin	
Johdin	**Signaali**
2	HI/LO density
4	N/C
6	N/C
8	index
10	motor on 1
12	drive select 2
14	drive select 1
16	motor on 2
18	direct sel.
20	step
22	write data
24	write gate
26	track 00
28	write protect
30	read data
32	read select
34	diskette change

Virtaliitin

Levykeaseman virtaliittimestä on kaksi versiota. Vanhemmissa virtalähteissä ei ole pienoisliitintä, mutta tähän tarkoitettuja sovitinjohtoja on saatavana.

Virransyöttöjohdossa +12 V jännite kulkee keltaista johdinta pitkin ja +5 V jännite punaista johdinta pitkin. Ruskeat tai mustat johtimet (2 kpl) ovat maajohtoja.

Levykeasemien tyypit merkitään mikron SetUp-tietoihin. Uudempien mikrojen BIOS tukee myös 2,88 megatavun levykeasemia. SetUp-tiedoissa voidaan yleensä myös määrätä käynnistysjärjestys. Tällöin mikro voidaan esimerkiksi käynnistää suoraan kiintolevyltä ilman, että levykeasemaan unohtunut levyke estää käynnistyksen. Mikron käynnistyminen on myös nopeampaa, koska levykeasemaa ei tutkita käynnistyksen yhteydessä.

Levykeaseman valinta (DS, Drive Select)

Kun suoraan lattakaapeliin asennetaan kaksi levykeasemaa, määritellään A-levykeasema levykeasemassa olevilla jumppereilla 0-asemaksi ja B-levykeasema 1-asemaksi. Levykeasemassa numerointina käytetään yleensä 0 - 3. Jos käytetään numerointia 1 - 4, valitaan A-asema 1-asemaksi ja B-asema 2-asemaksi.

Käännettyä kaapelia käytettäessä molemmat levykeasemat määritellään 1-asemaksi (1-4 -numerointia käytettäessä 2-asemaksi).

Lattakaapeli menee levykeaseman ohjaimesta ensin B-levykeasemalle ja jatkaa sieltä matkaansa A:lle. Levykeasemille menevässä lattakaapelissa on yleensä B- ja A-asemien välillä johtimet 9 -17 käännetty. Käännettyinä voivat myös olla vain johtimet 10-16, sillä johtimet 9 ja 17 ovat molemmat maajohtimia. Niiden kääntäminen tai kääntämättä jättäminen ei vaikuta Motor enable ja Drive select -signaalien toimintaan.

Levykkeen tallennustiheys

Erityyppiset levykkeet mahdollistavat tiedon tallentamisen erilaisilla tallennustiheyksillä. Mitä suurempi tiheys, sitä enemmän levykkeelle mahtuu tietoa. Rajana tulee luotettavuusongelmat. Jos tieto on tallennettu liian tiheään, sitä ei välttämättä pystytä enää lukemaan. Tämän takia levykkeen materiaalista riippuen on pyritty luomaan sopivat standardit niin tallennustiheyden, luotettavuuden kuin hintakysymyksenkin johdosta.

Tallennustiheyden määrää sekä urien määrä levyllä *(TPI, uraa tuumalla, Track Per Inch)* että peräkkäisten bittien välimatkat *(BPI, bittiä tuumalla, Bits Per Inch)*. Molemmat arvot on vakiot eri levyketyypeillä.

Urien määrään vaikuttaa myös urien leveys. Uran leveyden määrää useampi levykkeen rakennetekijä.

Levykkeen tallennustiheyteen vaikuttavat arvot

	5,25"		3,5"		
	360 kt	**1,2 Mt**	**720 kt**	**1,44 Mt**	**2,88 Mt**
TPI	48	96	135	135	135
BPI	5 876	9 646	8 717	17 434	34 868
Uran leveys (mm)	0,3	0,155	0,115	0,115	0,115

Levykkeen koersitiivisuus

Koersitiivisuus *(Coercivity)* kuvaa magneettikentän voimakkuutta, jota mitataan Oersted-määreellä. Mitä suurempi koersitiivisuus levykkeessä on, sitä suurempi magneettikenttä tarvitaan tiedon tallettamiseen. Tämän perusteella voidaan myös sanoa, että mitä heikompi koersitiivisuus levykkeessä on, sitä herkempi se on häiriöille.

Levykkeen koersitiivisuus ja pintamateriaali					
	5,25"		3,5"		
	360 kt	1,2 Mt	720 kt	1,44 Mt	2,88 Mt
Koersitiivisuus	300	600	600	720	750
Pintamateriaali	Ferriitti	Koboltti	Koboltti	Koboltti	Barium

Suurempikapasiteettisiin levykkeisiin tarvitaan suurempi koersitiivisuus, jotta saadaan mahdollisimman pieni ja tarkka magneettipulssi merkittyä. Liian suurelle alueelle leviävä magneettisuus saisi aikaan luvattoman paljon virheitä.

Levykkeen käynnistystietue

Käynnistyssektorissa on perustiedot käyttöjärjestelmän lukemiseen muistiin. Kun kone käynnistetään levykkeeltä, BIOS lukee levykkeeltä käynnistyssektorin keskusmuistiin alkaen muistipaikasta 0000:7C000 ja alkaa suorittamaan levykkeeltä ladattua ohjelmakoodia. Käynnistyssektori on kaksipuoleisen levykkeen puolella 0, uralla 0 oleva sektori 1.

Mikäli levykettä ei ole alustettu, esimerkiksi DOSin Format-ohjelmalla, ei DOS löydä levykkeeltä käynnistyssektoria eikä mitään muutakaan. Virheilmoitus on tyypillisesti muotoa:

DISKETTE BOOT FAILURE
Insert BOOT diskette in drive A:
Press any key when ready .....

Tässä tapauksessa DOS ei pystynyt lukemaan levykkeeltä tavun tavua, koska siellä ei mitään ollutkaan.

Mikäli levyke on formatoitu, mutta siellä ei ole käyttöjärjestelmän systeemitiedostoja (IO.SYS ja MSDOS.SYS) eli se ei ole nk. systeemi / käyttöjärjestelmä / boottilevyke, saat ilmoituksen:

Non-System disk or disk error
Replace and strike any key when ready

DOS luki käynnistyssektorin, mutta koska sen sisältämä ohjelma ilmoitti että levyke ei ole systeemilevyke, antaa DOS siitä virheilmoituksen. Käynnistyssektori sisältää mm. virheilmoitukset tekstitietona.

Levykkeen alustus

Käyttöjärjestelmästä riippuen levykkeet alustetaan hiukan eri komennoin ja tavoin. Seuraavana käymme lyhyesti läpi levykkeiden alustuksen DOSissa ja Windows 95:ssä.

DOSissa levykeaseman maksimikapasiteettinen levyke alustetaan yksinkertaisesti FORMAT A: -komennolla, jos levy on A-asemassa. Esimerkiksi 1,44 Mt asemassa alustetaan 1,44 Mt (HD) levyke.

Ongelmallisemmaksi tilanteen tekee, jos asemassa alustetaankin pienempikapasiteettinen levyke. Tavallisella FORMAT-komennolla asema pyrkii tekemään levykkeestä maksimikapasiteetin kokoisen. Tällöin seuraa joko virheilmoitus, runsaasti vioittuneita sektoreita tai alustuksen keskeytyminen loppuvaiheessa.

Käytä seuraavia parametrejä DOS-versiosta riippuen.

5,25 tuuman 360 kt levykkeen alustaminen 1,2 Mt asemassa								
	7.X	**6.X**	**5.X**	**4.X**	**3.3**	**3.2**	**3.1**	**3.0**
FORMAT D: /4	X	X	X	X	X	X	X	X
FORMAT D: /N:9 /T:40	X	X	X	X	X	X	-	-
FORMAT D: /F:360	X	X	X	X	-	-	-	-

X = alustuskomentoa voi käyttää
- = alustuskomento ei toimi

D = levykeaseman kirjaintunnus

3,5 tuuman 720 kt levykkeen alustaminen 1,44 tai 2,88 Mt asemassa					
	7.X	**6.X**	**5.X**	**4.X**	**3.3**
FORMAT D: /N:9 /T:80	X	X	X	X	X
FORMAT D: /F:720	X	X	X	X	-

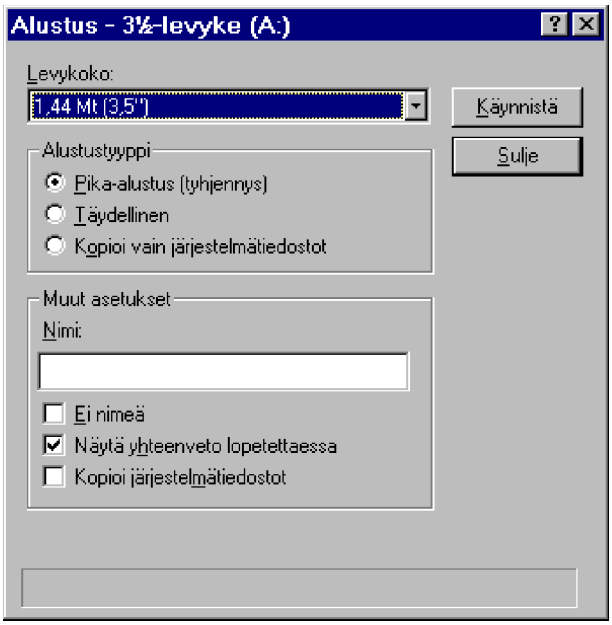
X = alustuskomentoa voi käyttää
- = alustuskomento ei toimi
D = levykeaseman kirjaintunnus

3,5 tuuman 1,44 Mt levykkeen alustaminen 2,88 Mt asemassa			
	7.X	**6.X**	**5.X**
FORMAT D: /N:18 /T:80	X	X	X
FORMAT D: /F:1.44	X	X	X

X = alustuskomentoa voi käyttää
- = alustuskomento ei toimi
D = levykeaseman kirjaintunnus

Windows 95:ssä ei tarvitse enää ulkoa muistaa erilaisia parametreja, sillä valinnat voidaan suorittaa hiiren avulla ikkunasta.

Valitse Oma tietokone *(My Computer)* -ryhmästä levykeasema napauttamalla sitä hiiren kohdistimella. Valitse seuraavana Tiedosto *(File)* -valikon Alusta *(Format)* -kohta.



Valitse haluttu levyn koko Levykoko-valikosta. Listassa näkyvät vain mahdolliset levykekoot, joten levykettä ei voi alustaa väärin. Tarkista kuitenkin, että asemassa on oikeantyyppinen levyke.

Voit suorittaa myös pika-alustuksen, jolloin levyke tyhjennetään. Täydellinen alustus alustaa levyn joka sektorin ja samalla testaa levyn toimivuuden. Jos haluat tehdä käynnistyslevyn, valitse Kopioi vain järjestelmätiedostot -kohta.

Muista asetuksista voi määrittää esimerkiksi levykkeen nimen.

LS-120

LS-120-levykeasema on suunniteltu perinteisen korppuaseman (3,5 tuumaa) korvaajaksi. LS-120-asemassa voidaan käyttää seuraavia 3,5 tuuman levykkeitä.

- 1,44 megatavua, HD
- 720 kilotavua, DD
- 120 megatavua, LS-120

LS-120:n käytön etuina ovat suuri kapasiteetti ja nopeus. Tiedonsiirtonopeus on kymmenkertainen 1,44 Mt levykkeeseen verrattuna.

LS-120-aseman käyttö on helppoa. Asemaan laitetaan joko korppu tai LS-120-levyke, jolloin asema tunnistaa sen tyypin automaattisesti. Levykkeen saa asemasta ulos sen painonapilla tai ohjelmallisesti.

LS-120-levyke

LS-120-levyke on 3,5 tuuman kokoinen ja samanmuotoinen kuten perinteinen korppu. Kapasiteetti ja levypinnan materiaali ovatkin sitten erilaisia.

Kuva: LS-120-levyke.

Seuraavassa taulukossa on LS-120- ja HD-levykkeiden pääominaisuuksien vertailu.

Levykkeiden vertailu		
	LS-120 levy-ke	**HD-levyke**
Kapasiteetti	120 Mt	1,44 Mt
Tiedonsiirtonopeus	565 kt/s	62 kt/s
Keskimääräinen hakuaika	70 ms	84 ms
Levypintoja	2	2
Uratiheys	2 490 tpi	135 tpi
Urien määrä / puoli	1 736	80
Pyörintänopeus	720 rpm	300 rpm

LS-120-levykkeen tarkemmat tiedot ovat seuraavassa taulukossa

LS-120-levykkeen ominaisuudet		
	Fyysiset ominaisuu-det	**Loogiset ominaisuu-det**
Levypintojen määrä	2	8
Tavua sektorilla	512	512
Sektoria uralla	51 - 92	32
Urien määrä / puoli	1 736	960
Servourien määrä	900	

Fyysiset ominaisuudet ovat levykkeen todelliset arvot. Loogiset ominaisuudet näkyvät käyttöjärjestelmälle, joiden avulla se hallitsee levykkeen käyttöä.

Toiminta

LS-120-asemassa on kaksi luku/kirjoituspäätä levykkeen ylä- ja alapuolella. Molemmilla puolilla sijaitsevista päistä toinen on korpuille ja toinen LS-120-levykkeille. Levykkeen tiedot kirjoitetaan ja luetaan magneettisella menetelmällä.

LS-120-levykkeen urien välissä sijaitsee laserservon ohjausurat, joiden avulla lukupään kohdistus suoritetaan tarkasti oikealle uralle. Ohjausuran merkinnät luetaan laservalon avulla ja niiden avulla luku/kirjoituspää kohdistetaan juuri oikeaan paikkaan. Ohjausurat (optiset urat) on merkitty levykkeeseen sen valmistuksen yhteydessä, eikä niitä voi eikä tarvitse muuttaa.

Jotta LS-120-levykkeelle voidaan tallentaa tietomerkinnät erittäin lähelle toisiaan, on levykkeen koersitiivisuus suurempi kuin HD-levykkeillä. Levypinnan tallennuskerroksen aineena käytetään polyeteeniterathalkaattia (PET) ja sen paksuus on 0,0635 mm. HD-levykkeessä kerroksen paksuus on 0,0762 mm.

Liitäntä

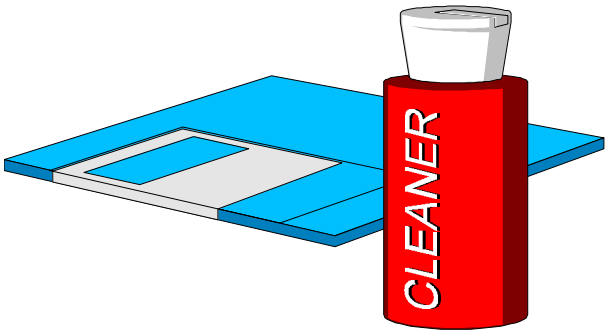
LS-120-asema kytketään IDE-liitäntään eikä levykeasemaliitäntään. LS-120-asema on helposti käytössä heti asennuksen jälkeen. Jotta käyttöjärjestelmä käynnistyisi LS-120-asemalta, on vaatimuksena tuki BIOSilta eikä se siksi toimi vielä kaikissa uudehkoissakaan mikroissa. Markkinoilta löytyy myös erikoisohjaimia, joilla asennus käynnistyväksi asemaksi onnistuu.

Puhdistuslevykkeet

Levykeaseman lukupää voi likaantua ajan myötä pölyn ja levykkeen pinnasta irtoavan materiaalin vaikutuksesta. Likaantunut lukupää voi pahimmillaan vaurioittaa asemassa käytetyt levykkeet käyttökelvottomiksi. Puhdistustarpeen voi ennakoida tarkkailemalla levykeaseman käyttäytymistä ennen kuin varsinaisia luku- ja tallennusvirheitä ilmaantuu. Jos uusien levykkeiden pintaan syntyy lyhyen käytön jälkeen kulumaura noin puolen senttimetrin päähän levykkeen ulkoreunalta mitattuna, kertoo se lukupään alkaneesta likaantumisesta. Kulumaura näkyy tarkasteltaessa levykkeen pintaa sopivasti valoa vasten. Myös tavanomaisesta poikkeavat voimakkaat äänet levykkeitä alustettaessa voivat kieliä likaantumisesta.

Puhdistuslevykettä käytettäessä tehokkain puhdistus saadaan käynnistämällä mikro puhdistuslevykkeen ollessa sisällä. Tällöin lukupää siirtyy kertaalleen levyn säteissuunnassa. Pelkkä DIR-komento puhdistaa lukupään tangentiaalisesti. Puhdistuslevykettä ei saa käyttää aiheettomasti, sillä liiallinen käyttö kuluttaa levykeaseman luku/kirjoituspäätä.

Jos puhdistus ei onnistu puhdistuslevykkeen avulla, voi olla järkevämpää hankkia uusi levykeasema kuin käyttää mikroa huollossa. Erityisesti 1,44 megatavun levykeasemat ovat hyllytavaraa ja verrattain edullisia.



Kuva: Puhdistuslevyke muistuttaa normaalia levykettä.

Floptical

Floptical-levykeasemat käyttävät Insite Peripherals Incorporaten kehittämää tallennusmenetelmää, jolla 3,5" levykkeelle saadaan tallennettua 21 megatavua (20,88 Mt). Floptical-asemia kutsutaan myös VHD-asemiksi (*Very High Density*). Levyke näyttää tavalliselta 3,5" levykkeeltä, mutta on valmistettu erikoismateriaalista ja levypintaan on tehtaalla alustettu lukupään kohdistukseen tarkoitetut servomerkinnät.

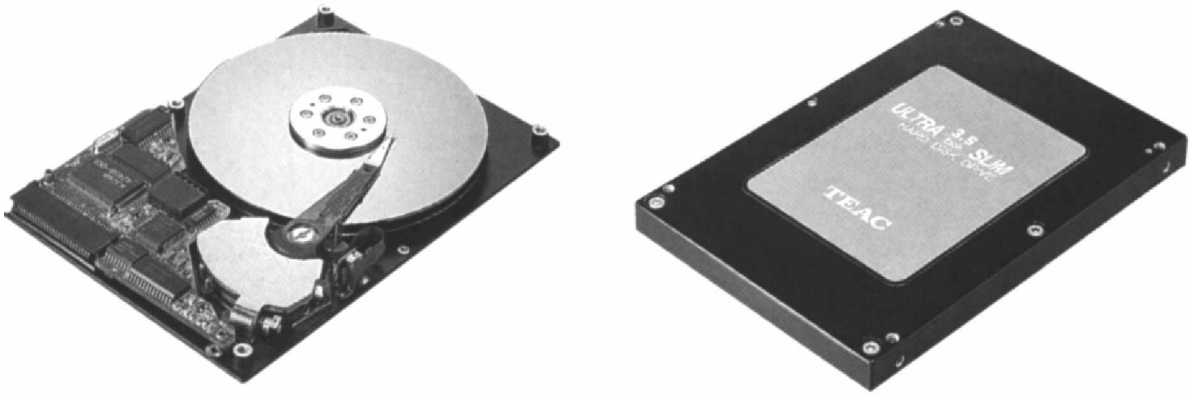
Floptical-asema tallentaa 1 245 uraa tuumalle eli lähes kymmenkertaisen määrän 1,44 megatavun levykeasemaan verrattuna. Levykkeen pyörimisnopeus on 720 kierrosta minuutissa. Tyypillisen Floptical-aseman keskimääräinen hakuaika on alle 80 millisekuntia ja tiedonsiirtonopeus 1,6 megatavua sekunnissa.

Floptical käyttää tiedon tallennukseen ja lukemiseen magneettista menetelmää tavanomaisen levykeaseman tapaan. Sen sijaan lukupään kohdistukseen käytetään optista kohdistuspäätä (tavallisesti infrapuna) ja servoohjausta. Iomegan toisen sukupolven Floptical-asemissa käytetään HOT-teknologiaa (*Holographic Optical Tracking*), jossa optisena elementtinä on laserdiodi.

Floptical-levykeasemat lukevat ja tallentavat myös 1,44 megatavun ja 720 kilotavun levykkeitä. Floptical-asemien standardointia seuraavaksi levykeasemastandardiksi ajaa FTA (*Floptical Technology Association*). FTA:n jäseniä ovat muun muassa Iomega ja Chinon.

Kiintolevyt

Kiintolevy on umpinaiseen koteloon pakattu levypakka, jossa lukupää tallettaa ja lukee tietoa levyltä. Levyt pyörivät vakionopeudella aina kun virta on mikrossa päällä. Etuna on verrattuna muihin massatallennusmenetelmiin suuri tallennuskapasiteetti ja nopeus. Optisten ja vaihdettavien tallennusmedioiden yleistymisestä huolimatta kiintolevy on edelleen tärkein apumuisti ja säilyttänee asemansa vielä pitkään.



Kuva: Kiintolevy avattuna ja koteloituna.

Käyttöjärjestelmien sekä ohjelmien ja niillä tehtyjen dokumenttitiedostojen koon kasvun myötä uusien mikrojen perustallennuskapasiteetti on kasvanut alkuperäisen IBM XT:n 10 megatavusta 9 000 megatavuun. Samalla kiintolevyjen suorituskyky on kasvanut lähes samassa suhteessa ja fyysinen koko vastaavasti pienentynyt. Pienimmät PCMCIA-kiintolevyt ovat luottokortin kokoisia, mutta paksumpia. Silti niiden tallennuskapasiteetti saattaa olla yli 200 megatavua. Ensimmäiset 10 megatavun kiintolevyt olivat 5,25 tuuman kokoisia ja noin 8 cm korkuisia, eli varsin kookkaita ja pienikapasiteettisia.

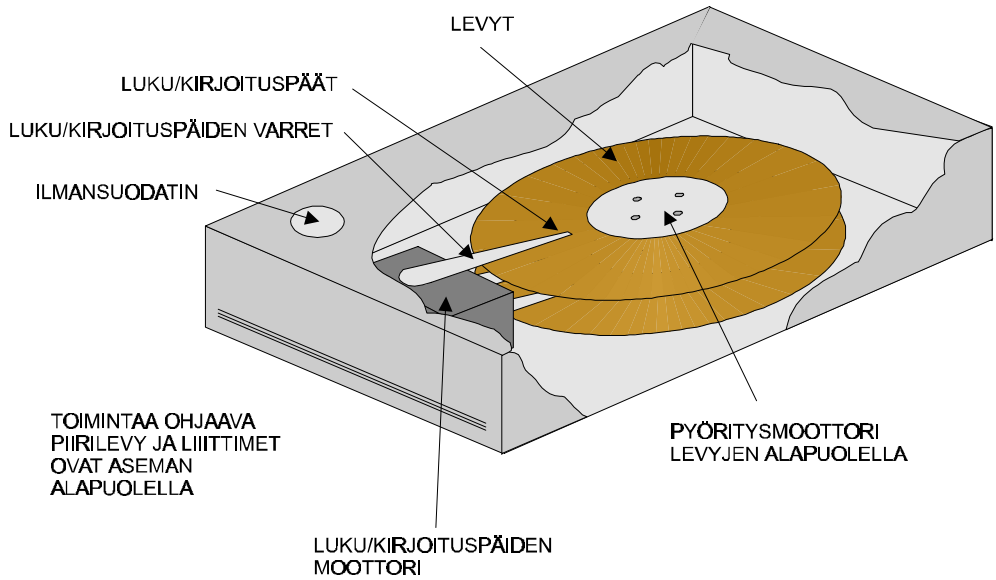
Kiintolevy palvelee ohjelmien ja dokumenttien tallennuksen lisäksi RAM-muistin jatkeena virtuaalimuistinhallinnalla varustetuissa käyttöjärjestelmissä, kuten esimerkiksi Windows 3.1, Windows 95, Windows NT ja OS/2.

Tärkeimmät kiintolevytyypit ovat nykyisin IDE (varsinkin ATA-2 eli puhekielessä EIDE) ja SCSI. Näistä IDE on yleisempi henkilökohtaisissa mikroissa ja SCSI verkkopalvelimissa. Vanhempia ST506/412- ja ESDI-kiintolevyjä ei enää valmisteta eikä myydä.

Kannettavissa mikroissa käytetään tavallisen kiintolevyn lisäksi usein PCMCIA-kiintolevyjä, jotka voivat olla toteutettuna tässä luvussa esitetyllä tekniikalla, mutta pienempikokoisina, tai Flash ROM -tekniikalla, joka esitellään tarkemmin ROM-muisti-luvussa.

Kiintolevyn rakenne

Kiintolevyn osat on pakattu tiiviiseen koteloon, jonne ilma pääsee vain suodattimen kautta. Kiintolevyssä on yksi tai useampia levyjä, jotka on kiinnitetty yhteiseen akseliin. Näistä metallisista levypinnoista kiintolevy-asemakin on saanut nimensä. Luku/kirjoituspään avulla tietoa kirjoitetaan ja luetaan levypinnoilta.



Kuva: Kiintolevyn pääosat.

Kiintolevyn suorituskykyyn ja kapasiteettiin vaikuttaa aseman osien rakenne ja toteutus. Seuraavissa luvuissa esitellään kiintolevyn sisäinen rakenne tarkemmin.

Levyt

Kiintolevyn levypinnat *(Platter)* ovat halkaisijaltaan yleisimmin 5,25 ja 3,5 tuumaa. Myös pieniä noin 2 tuuman levyjä on esimerkiksi PCMCIA-kiintolevyissä. Tästä levyn halkaisijan koosta tulee kiintolevyaseman kokomäärе, joka kiintolevyjen yhteydessä mainitaan.

Levy on valmistettu usein alumiinista, jonka päällä on magneettisesta aineesta tehty kalvo. Tässä kalvossa säilytetään varsinainen kiintolevyn tieto.

Kalvot tehdään usein oksidi- *(Oxide)* tai ohutfilmi *(Thin Film)* -menetelmillä.

Oksidimenetelmä on melko vanha ja sitä ei nykyään käytetä. Kalvo muodostuu rautaoksideista, joiden magneettisuuden suuntaa muutetaan ilmaisemaan 0- tai 1-bittiä. Molemmilla arvoilla on oma magneettisuussuuntansa. Kalvo on vain 0,0008 mm paksu ja sen väri on ruskehtavan sävyinen.

Oksidimenetelmässä koersitiivivoima on heikko. Koersitiivivoima kuvaa kuinka pienelle alueelle voidaan tuottaa tietyn voimakkuinen magneettisuus. Heikon koersitiivin takia tiedot täytyy tallettaa kauemmaksi toisistaan, jolloin levyn tietomäärä jää pieneksi. Rautaoksidihiukkaset ovat myös suhteellisen suuria, jolloin tietoja ei voida tallettaa kovin tiheään. Lisäksi pinta on hyvin pehmeä, joten vaurioitumisriski on suuri.

Ohutfilmimenetelmässä käytetään hyvin ohutta kerrosta levyn pinnassa, noin 0,00008 mm. Menetelmiä on kaksi erilaista. Levy kastetaan vuorotellen erilaisiin kemiallisiin liuoksiin, jolloin pintaan galvanoituu hyvin ohuita kerroksia. Viimeisenä on kobolttikerros, jossa tietokin säilytetään. Toisella menetelmällä ohutfilmi laitetaan levyn pintaa tyhjiössä. Tuloksena levyn pintaan saadaan kolme kerrosta: nikkelifosfori, koboltti ja hiili päällimmäiseksi, joka suojaa muita kerroksia. Ohutfilmikerros on hyvin kova, joten vaurioitumisriski on pieni.

Luku/kirjoituspää liikkuu hyvin lähellä ohutfilmikerrosta ja koersitiivivoima on suuri, jolloin päästään suurempiin tallennustiheyksiin.

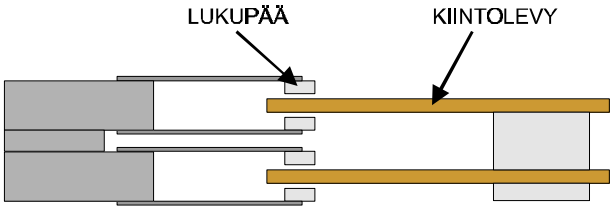
Koska kierrosnopeudet ja pakkaustiheydet kasvavat, asetetaan levyn laadulle ja pinnan tasaisuudelle yhä suuremmat vaatimukset. Alumiinin korvaajiksi tulevat lähivuosina lasi- ja keraamiset aineet. Näitä käytetään jo pienissä alle 2,5 tuuman kiintolevyissä. Alumiiniin verrattuna ne ovat tasaisempia ja vähemmän alttiita lämpötilanvaihteluiden vaikutuksille.

Myös levyn paksuus voidaan tehdä pienemmäksi.

Luku/kirjoituspäät

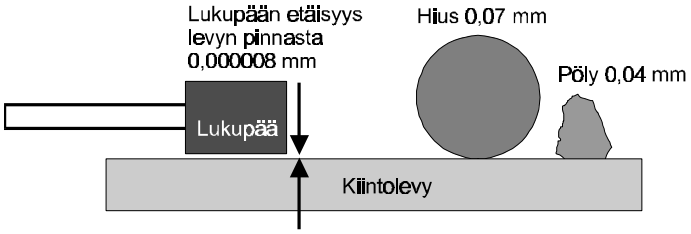
Kiintolevyn luku/kirjoituspäitä *(Read/Write Head)* on kaksi jokaiselle levylle eli yksi yhdelle levypinnalle. Joissakin asemissa saattaa puuttua esimerkiksi ylimmäinen luku/kirjoituspää, koska tilanpuutteen vuoksi se ei ole mahtunut koteloon. Kyseistä levypintaa ei silloin myöskään käytetä.

Luku/kirjoituspäät ovat yhdessä nipussa ja niitä ohjaa päiden siirtomoottori. Päitä liikutetaan halutulle uralle, jolloin levyn pyöriessä voidaan lukea kyseisen uran sektorit. Kun luku/kirjoituspää on paikallaan, voidaan lukea vain yhden uran sektorit levypintaa kohden.



Kuva: Lukupäät sijaitsevat levyn molemmin puolin.

Lukupään ja levypinnan välissä on ilmaa vain noin 0,000008 mm, joten pöly ja muut hiukkaset vahingoittavat helposti levyn pintaa sekä luku/kirjoituspäätä.



Kuva: Lukupää sijaitsee hyvin lähellä levyn pintaa.

Lukupäät voivat olla toteutettuna seuraavilla tekniikoilla:

- Ferriittipää
- Metal-In-Gap (MIG)
- Ohutfilmipää
- Magnetoresistiivinen pää (MR)

Ferriittipää on perinteinen yksinkertainen ja halpa menetelmä. Siinä rautaoksidisydäntä kiertää muutama kierros kuparilankaa. Kirjoitusvaiheessa syötetään kuparilankaan sähköimpulssi, jolloin syntyy magneettikenttä, joka siirtyy levynpintaan. Magneettikenttä kuvaa 1-bittiä.

Luettaessa levyn pintaa, magneettikentät synnyttävät sähkövirran lukupäähän. Kun sähkövirtaa ilmenee, on kyseessä 1-bitti, muutoin 0-bitti.

Ferriittipää on melko suurikokoinen ja painava. Se vaatii myös suuren ilmatilan pään ja levypinnan väliin, jotta ne eivät ole kosketuksissa toisiinsa missään tilanteessa.

Ferriittipää ei mahdollista kovinkaan suuria tiheyksiä tai levynopeuksia. Luku/kirjoituspäätekniikat ovatkin kehittyneet varsin paljon sitten näiden aikojen. Ferriitti-tekniikkaa on käytetty noin 20 - 30 megatavun kiintolevyissä 1980-luvun alkupuolella.

MIG-pää *(Metal in Gap)* on periaatteessa vain laajennettu versio ferriittipäästä. Hyvin ohut metalli on asetettu luku/kirjoituspäähän, jolloin saavutetaan parempi magneettisuus ja suurempi tallennustiheys. Pää voi samalla sijaita myös lähempänä levyn pintaa.

Ohutfilmipää *(Thin Film)* on erikoistekniikalla toteutettu puolijohdepiiri. Pää on U-kirjaimen muotoinen, joka kehittää pään alle ilman paineen muutoksen. Rakenne mahdollistaa pään liikkumisen paljon lähempänä levyn pintaa kuin ferriittipää-rakenteella. Pää on myös hyvin pieni ja kevyt, jolloin voidaan käyttää tehokkaampia signaaleja ja luotettavuus paranee. Myös ohutfilmipäässä käytetään magneettikenttien tekoon ja tunnistukseen kuparikaapeleita käämiksi kierrettynä.

MR- eli magnetoresistiivinen pää *(Magnetoresistive)* on uusin lukupäätekniikka. Tällöin kirjoituspäänä käytetään edelleen induktiivista ohutfilmipäätä, joten päitä on kaksi yhtä levypintaa kohden. Molemmat ovat kylläkin asennettu samaan varteen.

MR-lukupää tehdään kapeammaksi kuin kirjoituspää, jolloin pakkaustiheyttä voidaan nostaa. Vaikka lukupää olisikin hieman sivussa oikeasta urasta, on se silti lähes sataprosenttisesti uralla. Pakkaustiheyttä voidaan täten nostaa 25 - 30 prosenttia.

MR-päässä kuparilankakierroksi on vain noin 10, kun muissa päissä kierroksia on noin 50. Pienempi määrä laskee induktanssia, jolloin

voidaan helpommin kirjoittaa suurella tiheydellä.

Lukuoperaatiossa MR-pää toimii hiukan erilailla kuin induktiivinen pää. MR-päähän syötetään heikko virta ja pää altistuu vaihteleville magneettikentille, jotka ovat muodostuneet 0- ja 1-biteistä. Magneettikenttä muuttaa MR-pään jännitettä, jota mittaamalla saadaan pääteltyä kumpi bitti on luettu.

Luku/kirjoituspäiden siirto

Luku/kirjoituspäitä on liikutettava hyvin tarkasti, koska urat sijaitsevat aivan vierekkäin. Jos lukupää siirtyy hiukankin väärään kohtaa, seuraa lukuvirhe.

Luku/kirjoituspäiden siirtoon käytetään kahta eri menetelmää:

- Askelmoottori *(Stepper Motor)*
- Äänikela *(Voice Coil)*

Askelmoottorilla luku/kirjoituspää siirtyy aina kiinteä askel kerrallaan, kunnes oikea kohta on saavutettu. Etuina ovat halpuus ja yksinkertaisuus. Haittoina on hitaus, kulumisarkuus ja epätarkkuus. Lisäksi tekniikka rajoittaa urien määrän, sillä askelmoottorin mekaaninen rakenne ei salli hyvin tiheään toteutettavia uria.

Askelmoottoriratkaisu on myös hyvin herkkä lämpötilavaihteluille. Jos usein käytössä oleva kiintolevy onkin yllättäen pari päivää pysähdyksissä, se saattaa antaa virheilmoituksen käynnistyessään. Vasta useiden minuuttien lämpenemisen jälkeen se voi lähteä aivan normaalisti toimimaan.

Kuluminen vaikuttaa lukupään siirtymisen hitaasti, mutta varmasti. Joku päivä lukupää on jo niin paljon uran vieressä, että tietoja ei pysty lukemaan. Askelmoottorilla varustettu kiintolevy on alustettava säännöllisin väliajoin, vähintään kerran vuodessa.

Näistä ongelmista ei nykypäivän kiintolevyissä ole huolta, sillä oikeastaan kaikki yli 80 megatavun kiintolevyt käyttävät seuraavana esiteltävää servoohjausta.

Äänikelaohjaus mahdollistaa nopeamman keskimääräisen hakuajan kuin askelmoottori ja on luotettavampi. Luku/kirjoituspäitä liikutetaan sähkö-

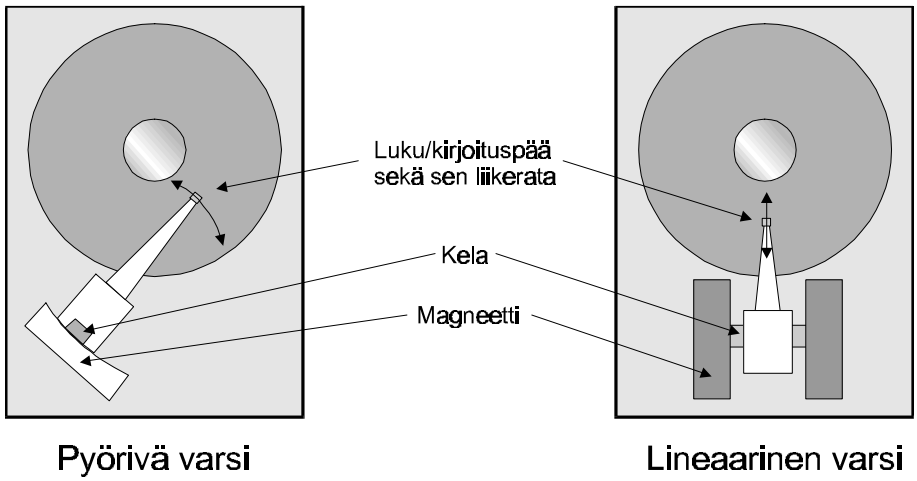
magneettisesti, jolloin pää voidaan siirtää hyvin nopeasti halutulle uralle.

Mitään pykäliä ei ole, kuten askelmoottorissa, vaan pää liikkuu tasaisesti sähkösignaalien synnyttämän magneettikentän avulla. Nimitys äänikela tuleekin vastaavalla periaatteella toimivien tavallisten kaiuttimien toiminta-periaatteesta.

Äänikelavarsi ei ole herkkä lämpötilavaihteluille eikä kulumiselle kuten askelmoottori. Lisäksi se tarjoaa lukupäiden automaattiparkkeerauksen, kun virta katkeaa. Tällöin luku/kirjoituspää ei putoa levypinnalla olevan tiedon päälle.

Äänikelavarret voivat olla

- Lineaarisia *(Linear Actuator)*
- Pyöriviä *(Rotary actuator)*



Kuva: Kiintolevyn pyörivä ja lineaarinen varsi.

Lineaarinen varsi liikkuu levyn ulkokehältä suoraan keskustaa kohti. Suurimpana etuna on, että luku/kirjoituspäiden kulmat levyn uraan nähden eivät muutu missään vaiheessa. Tässä yhteydessä puhutaan azimuth-kulmasta.

Haittapuolena on hyvin suuri ja painava rakenne, joka johtuu suurista magneeteista ja keloista.. Juuri painon puolesta suuriin liikenopeuksiin ei päästä.

Pyörivä varsi käyttää kiinteää magneettia ja liikkuvaa kelaa. Kela on aivan varren toisessa päässä, jossa on myös varren laakerointi ja pyörimisen keskipiste. Etuna on varren keveys, jonka ansiosta nopeat varren liikkeet ovat mahdollisia. Se mahdollistaa nopean saantiajan tietojen haulle ja kirjoitukselle.

Haittapuolena on azimuth-kulman muuttuminen, kun pää liikkuu ulommalta uralta sisemmälle. Kun pään kulma on erilainen eri sektoreille, aiheuttaa se suurempia tarkkuusongelmia verrattuna lineaariseen liikerataan.

Servomekanismi

Servomekanismia käytetään kontrolloimaan äänikelavarsien liikettä levyn pinnalla. Se edellyttää levyn pinnassa olevia kohdistusmerkintöjä *(Gray Code)*, jotta varsi saadaan juuri oikeaan kohtaan tietoa lukemaan tai kirjoittamaan. Kohdistusmerkintöjen avulla lukupää tietää nopeasti millä uralla se on. Kohdistusmerkinnät on tehty kiintolevyn valmistuksen yhteydessä, eikä käyttäjä voi eikä saa puuttua niihin.

Kohdistusmerkinnät sijaitsevat joko erillisellä levypinnalla tai esimerkiksi uusissa kiintolevyissä, itse tiedon tallennukseen tarkoitetuilla levypinnoilla.

Perustason alustuksessa *(Low-Level Format)* ei voi vahingossa kirjoittaa kohdistusmerkintöjen päälle, vaikka joskus näin puhutaankin. Ainoastaan suorituskyky voi kärsiä väärin tehdyssä perustason alustuksessa. Tosin perustason alustusta ei nykyisille kiintolevyille tarvitsekaan koskaan tehdä.

Useimmat kiintolevyt suorittavat tietyin väliajoin lämpökalibrointia, jolloin kiintolevy keskeyttää tiedonsiirtonsa hetkeksi. Normaalissa käytössä tämä aiheuttaa vain hetken viivästyksen, jonka jälkeen kaikki toimii taas normaalisti.

Multimediasovellusten teossa ja varsinkin CD-R-levyjen kirjoitusvaiheessa tällaiset pysäytykset ovat katastrofaaliset. Esimerkiksi CD-R-levyn teko keskeytyy ja koko levy on pilalla. Tähän tarkoitukseen on valmistettu A/V-kiintolevyjä, joissa lämpökalibrointi on jaksotettu, eikä ne koskaan keskeytä tiedonsiirtoa. Useat uudet IDE- ja SCSI-kiintolevyt ovatkin A/V-kykeneviä, ja niillä voidaan CD-R-levyjä tehdä huoletta.

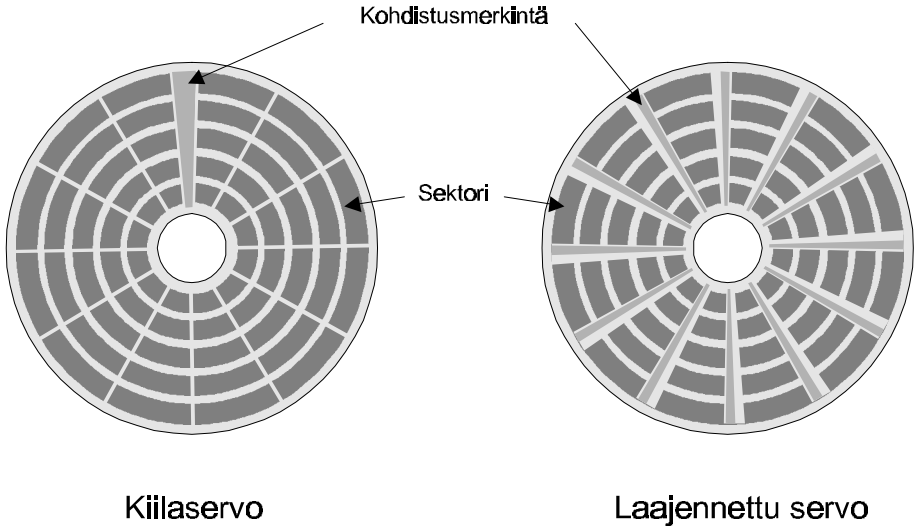
Kohdistusmerkinnät voivat olla levyn pinnassa kolmella eri menetelmällä:

- Kiilaservo *(Wedge servo)*
- Laajennettu servo *(Embedded servo)*
- Omistettu servo *(Dedicated servo)*

Kiilaservoa on käytetty vanhimmissa äänikelamenetelmää käyttävissä kiintolevyissä. Siinä tiedot merkitään yhdelle kapealle sektorille eli jokaisen sylinterin alussa on merkintäkohta.

Haittapuolena kiilaservossa on, että tietojen saaminen kestää aina yhden kierroksen. Usein päiden kohdistaminen saattaa edellyttää useita kierroksia. Tuloksena on ylimääräinen hitaus tiedonsaannissa.

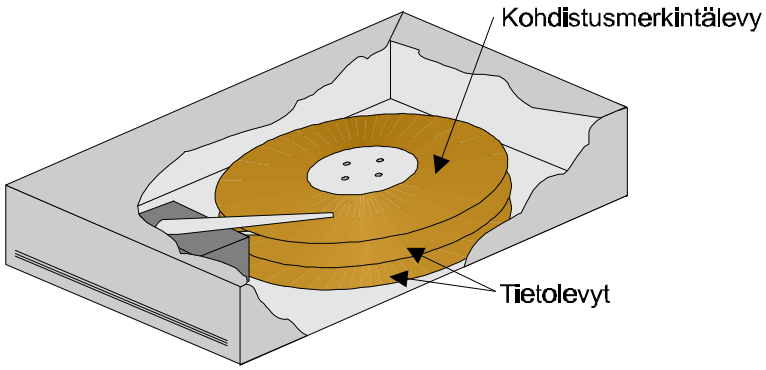
Laajennettu servo sisällyttää kohdistusmerkinnät jokaisen sektorin alkuun. Tällä ratkaisulla lukupää tietää koko ajan missä kohdassa levyä se on. Päiden siirto on tarkkaa ja nopeaa. Useimmat uudet kiintolevyt käyttävät tätä menetelmää.



Kuva: Kiilaservon ja laajennetun servon kohdistusmerkintöjen paikat.

Omistettu servo sisällyttää kohdistusmerkinnät jokaiseen uraan eikä vain uran yksittäisiin kohtiin (sektorin alkukohtiin). Koska tällä menetelmällä ei tiedolle jäisi enää tilaa, käytetään kiintolevyn yhden levyn yhden puolen pinta kohdistusmerkintöihin. Menetelmän omistettu-nimi tulee siitä, että yksi levyn pinta todellakin on omistettu kokonaan kohdistusmerkinnöille.

Vaikka äkkiseltään tämä menetelmä saattaa kuulostaa levypinnan tuhlaukselta, jää vastaavasti varsinaisille tietoa sisältäville levypinnoille enemmän tilaa, koska siellä ei merkintöjä ole. Laajennetun servon ja omistetun servon merkinnät kuluttavat yhtä paljon tilaa erilaisesta rakenteestaan huolimatta.



Omistettu servo

Kuva: Omistettu servo -menetelmä käyttää yhden levyn pinnan merkinnöille. Tämän kuvan viisi muuta levypintaa jää tiedoille.

Kaikissa eri servomenetelmissä kohdistusmerkintöjen päälle kirjoittaminen on estetty. Aina kun lukupää on merkinnän päällä, kiintolevyn automatiikka estää tahattomankin kirjoituksen. Omistetussa servo -menetelmässä kohdistusmerkintälevyyn ei voi kirjoittaa tietoa lainkaan.

Lukumetodit

Perinteinen lukumetodi toimii signaalien huippukohtien tunnistamismenetelmällä *(Peak Detection)*. Tiedon siirtäminen levyltä keskusmuistiin tapahtuu seuraavasti. Levyn pyöriessä lukupää mittaa levyn signaaleja ja signaalien huippukohdat edustavat tietobittejä. Nollabittien kohdalla ei ole signaalia.

Jos levyn pyörintänopeutta ja tallennustiheyttä nostetaan, on huippukohtia vaikeampi erottaa häiriösignaalien seasta. Seurauksena on tietojen lukuvirheitä. Tämän vuoksi tällä tekniikalla ei voi toteuttaa nopeita ja suurikapasiteettisia kiintolevyjä.

MR-lukupäätä käytettäessä käytetään PRML-lukukanavaa *(Partial-Respone Maximum-Likelihood)*, joka mahdollistaa suuremman tallennustiheyden. Tuloksena on noin 60 prosenttia suurempi tietojen tiheys levyllä kuin millään aikaisemmalla ratkaisulla.

Signaalit luetaan levyltä aaltomuodossa, joka suodatetaan niin, että vain huippukohdat ovat jäljellä. Tämä niin sanottu paras arvaus -menetelmä esittää levyn tietobittejä.

PRML-kanavan etuna on myös tietojen nopea siirtyminen lukupäästä eteenpäin, jolloin lukuelektroniikka on nopeasti valmis lukemaan seuraavaa tietoa.

Ilmansuodatin

Jokaisessa kiintolevyssä on ilmansuodatin, jotta ilma pääsee vaihtumaan eikä pölyä pääse levyn sisään. Ilmasuodatin on yleensä pieni pyöreä, valkoinen paperipintainen suodatin levyn kotelon päällä. Älä poista suodatinta, tai pöly pääsee vaurioittamaan levypinnat.

Kiintolevyä ei saisi koskaan pitää kylmissä olosuhteissa, koska lämpötilavaihtelut aiheuttavat kosteuden kondensoitumista kiintolevyn sisään. Tämä aiheuttaa kiintolevyn toimintaongelmia.

Pyöritysmoottori

Kiintolevyn levyt pyörivät aina vakionopeudella, joka on määrätty kullekin kiintolevytyypille erikseen. Tyypillisimmät kierrosnopeudet ovat 3 600, 4 500, 5 400 ja 7 200 kierrosta minuutissa. Nopeimmat kiintolevyt toimivat peräti 10 000 kierroksen minuuttivauhdilla.

Mitä suurempi kierrosnopeus on, sitä nopeammin haettava tieto löytyy ja siirtyy muistiin.

Pyöritysmoottori *(Spindle Motor)* sijaitsee lähes aina levyjen alapuolella. Moottorista lähtee levyjä pyörittävä akseli suoraan ylöspäin levyjen keskelle. Joissakin uusissa pienissä kiintolevyissä moottori saattaa sijaita levyjen keskiöiden sisällä. Tällä saavutetaan tilansäästöä levypakan alapuolelta.

Pyöritysmoottorin tehtävänä on pitää pyöriminen ehdottoman tasaisena

oikealla kierrosluvulla. Pyöritysmoottori ei saa myöskään meluta eikä lähettää sähköisiä häiriöitä. Pyöritysmoottori kuluttaa suurimman osan kiintolevyn käyttämästä virtamäärästä.

Jotkut diagnostiikkaohjelmat kertovat kiintolevystä myös sen pyörimisnopeuden. Ne laskevat arvon tiettyjen sektorien ohipyörähdyksien lukumäärällä tietyssä ajassa, eikä arvo ole välttämättä oikea. Kiintolevyjen sektorien määrän vaihtelut aiheuttavat suuriakin heilahteluja tällaisiin mittaustuloksiin.

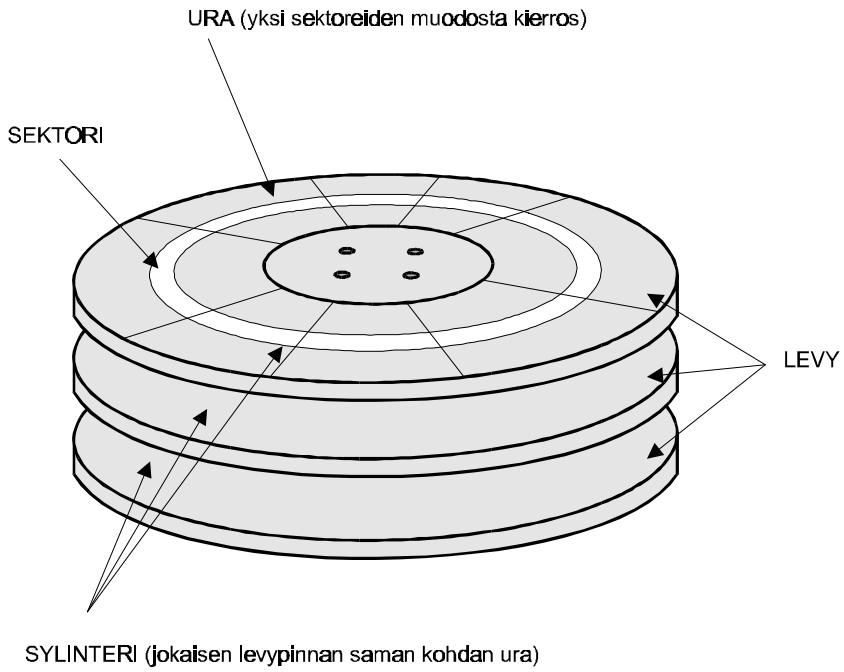
Älä siis huolestu, vaikka jokin ohjelma kertookin kiintolevysi pyörimisnopeuden olevan väärän. Mitä todennäköisimmin kiintolevy on täysin kunnossa.

Piirilevy

Kiintolevyn alapuolella on piirilevy, jossa on sen ohjauselektroniikka ja välimuisti. Piirilevyllä sijaitsevat usein jumppereita, joilla määritellään asetuksia, muun muassa IDE-levyissä isäntä- ja orjamääritelmät. Piirilevyn takaosassa on virtaliitin ja tietokaapeliliitin.

Kiintolevyn geometria

Kiintolevyjen yhteydessä puhutaan monenlaisista termeistä, jotka määrittelevät kiintolevyn rakennetta ja kokoa.



KUVA: Kiintolevyn geometria.

Edellisessä kuvassa on kiintolevyn tärkeimmät geometriset termit, jotka selitetään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Levy

Kiintolevyssä on useita levyjä *(Platter)* ja kaksinkertainen määrä levypintoja. Yhden levyn molemmat puolet ovat käytössä. Jokaisella levypinnalla on myös oma luku/kirjoituspää.

Ura

Kiintolevyllä on monia samankeskeisiä uria *(Track)*, joihin tieto tallennetaan. Yhdelle uralle mahtuu useita sektoreita, jotka ovat käyttöjärjestelmälle tiedon pienimmät tallennusyksiköt. Luku/kirjoituspää siirtyy aina

tietylle uralle lukemaan tietoa. Levy pyörii ja luku/kirjoituspää pysyy silloin paikallaan. Yhden uran tiedot luettuaan se siirtyy seuraavalle uralle.

Kiintolevyn urien määrä on muutamasta sadasta muutamaan tuhanteen.

Sylinteri

Jokaisen levypinnan samalla kohdalla olevaa uraa kutsutaan sylinteriksi *(Cylinder)*. Sylinteriarvo ilmoittaa sen suurimman tietomäärän, jota voidaan lukea liikuttamatta luku/kirjoituspäitä. Tietoja tallennetaan aina sylinteri täyteen ennen kuin siirrytään seuraavalle uralle. Tällöin saavutetaan maksimaalinen suorituskyky.

Sektori

Jokainen ura jaetaan tiettyyn määrään sektoreita *(Sector)*, jotka ovat käyttöjärjestelmän perustallennusyksiköitä. Vaikka tallennettava tieto olisi pienempi kuin sektori, varaa se koko sektorin itselleen.

PC-mikroissa sektorin koko on 512 tavua. Vanhemmissa kiintolevyissä on 17 sektoria uraa kohti. Uusissa levyissä sektorien määrä vaihtelee mallista kiintolevyn riippuen. Määrä on kuitenkin suurempi. Uloimmilla urilla voi olla myös useampia sektoreita kuin pienemmillä sisemmillä urilla.

Tehonkulutus

Nykyiset kiintolevyt kuluttavat hyvin vähän tehoa. Tyypillisen 1 gigatavun kiintolevyn tehon kulutus on toiminnassa noin 5 - 8 W ja lepotilassa 1 - 2 W. Tosin kiintolevyissä on suuriakin eroja, sillä 15 W tehon kulutus toiminnassa ja 5 W lepotilassa ei ole ollenkaan harvinaista.

Kiintolevyn tallennuskapasiteetti

Nykyisten kiintolevyjen tallennuskapasiteetti vaihtelee 400 megatavusta yhdeksään gigatavuun. Tallennuskapasiteetit ovat tyypillisesti

Liitäntä	**Keskimääräinen kapasiteetti**
ST506/412	10 - 80 megatavua
ESDI	100 - 800 megatavua
IDE (ATA)	170 - 504 megatavua
E-IDE (ATA-2)	504 - 6 500 megatavua
SCSI	500 - 9 000 megatavua

Kapasiteettirajat ovat suuntaa antavia.

Tavallisesti käyttäjän ei tarvitse itse laskea kiintolevyn tallennuskapasiteettia, sillä se on joko merkitty itse kiintolevyyn tai on muuten tiedossa. Vanhemmista kiintolevyistä tiedossa saattaa kuitenkin olla vain kiintolevyn fyysiset parametrit.

Tällöin kiintolevyn tallennuskapasiteetti voidaan laskea kaavalla:

Tallennuskapasiteetti =
levypintojen lkm * sylinterien lkm * sektorien lkm * sektorikoko

Levypintojen lkm tiedon tallennukseen käytettävien levypintojen lukumäärää

Sylinterien lkm sylinterien lukumäärä

Sektorien lkm sektorien lukumäärä

Sektorikoko yhden sektorin tallennuskapasiteetti (yleensä 512 tavua).

Vaihtelevaa sektorimäärää käyttävissä kiintolevyissä kaava pitää laskea eri sektorimäärää käyttäville sylinterialueille erikseen ja laskea näiden summa. Laskennassa on käytettävä kiintolevyn todellisia fyysisiä arvoja, sillä sektorikäännöstä käyttävissä kiintolevyissä mikron SetUp-tietoihin merkittävät arvot voivat poiketa todellisista fyysisistä arvoista.

Kiintolevyn suorituskyky

Kiintolevyn nopeuden merkitys on korostunut ohjelmien, käsiteltävän tiedon ja käyttöjärjestelmien kasvun ja ominaisuuksien kehittymisen myötä. Esimerkiksi 1980-luvun alkuvuosina tekstinkäsittelyyn riitti jopa vain yhdellä levykeasemalla varustettu mikro. Nykyaikainen Windows-pohjainen tekstinkäsittelyohjelma vaatii yhdessä Windows 95:n kanssa helposti noin 200 megatavua levytilaa. Kiintolevyä käytetään paitsi ohjelman alkulataukseen ja dokumenttien tallennukseen, myös paljon ohjelman käytön aikana.

Kiintolevyn nopeus ei ole aivan yksiselitteinen asia. Joku kiintolevy voi olla nopea etsiessään oikean kohdan levyltä, toinen taas siirtää tiedon nopeasti muistiin. Näistä asioista kerrotaan seuraavissa luvuissa.

Hakuaika

Hakuaika *(Seek Time)* tarkoittaa aikaa, joka kuluu kiintolevyn luku/kirjoituspään siirtymiseen uralta jollekin toiselle uralle. Aina kun tietoa luetaan, joudutaan ensiksi etsimään se oikea ura.

Monet suuret tiedostot saattavat sijaita useilla urilla, ja urat eivät edes ole välttämättä vierekkäisiä. Osa tiedoista voi olla sisä ja osa ulkourilla. Tiedoston lukemisen nopeus siis vaihtelee sen sijoittumisen mukaan.

Kiintolevyjen hakuajat ovat välillä 5 -12 ms. Huomaa, että keskimääräinen hakuaika on eri asia. Siitä kerrotaan heti pyörähdysviiveen jälkeen.

Kiintolevystä saatetaan ilmoittaa myös uralta-uralle-hakuaika (*Track-To-Track Seek Time*). Se tarkoittaa aikaa, joka kuluu luku/kirjoituspään siirtoon uralta viereiselle uralle.

Keskimäärin nämä hakuajat ovat noin 1 - 4 ms. Nopeimmissa kiintolevyissä arvo saattaa olla jopa 0,5 millisekuntia.

Pyörähdysviive

Pyörähdysviive (*Latency*) tarkoittaa aikaa, joka levyltä kuluu luettavan kohdan pyörähtämiseen lukupään kohdalle. Kiintolevyn levypakan pyöri-

misnopeus on ainoa tekijä, joka vaikuttaa pyörähdysviiveaikaan. Mitä suurempi pyörimisnopeus on kyseessä, sitä pienempi on pyörähdysviive ja sitä nopeampi kiintolevy on.

Tämä tilanne tulee aina eteen kun, lukupää kohdistetaan oikealle uralle. Joskus aina on lyhyempi ja joskus taas pidempi riippuen siitä, missä kohtaa haluttu sektori on suhteessa luku/kirjoituspäähän.

Keskimäärin pyörähdysviiveeseen kuluu aika, jossa levy pyörähtää puoli kierrosta.

Keskimääräiset pyörähdysviiveet yleisimmillä pyörimisnopeuksilla ovat seuraavat:

Keskimääräiset pyörähdysviiveajat eri pyörintänopeuksilla

Pyörimisnopeus r/min	**Pyörähdysviive ms**
3 600	8,33
4 500	6,66
5 400	5,55
7 200	4,17
10 000	3,0

Keskimääräinen hakuaika

Keskimääräinen hakuaika (*Average Access Time*) on keskiarvo mielivaltaiselta uralta mihin tahansa toiseen uraan siirryttäessä. Sekä hakuaika että pyörähdysviive vaikuttavat keskimääräiseen hakuaikaan.

Tätä arvoa käytetään eniten kuvaamaan kiintolevyn nopeutta. Nykyaikaisten kiintolevyjen keskimääräinen hakuaika on 8 - 12 millisekuntia.

Huomaa, että hieman vanhempien, esimerkiksi noin 400 - 500 Mt kiintolevyjen, hakuajat ovat noin 15 ms. Käytännön ero on kuitenkin huomattavan suuri, ja nämä kiintolevyt tuntuvat todella hitailta verrattuna uusimpiin malleihin.

Pyörimisnopeus

Levypakan pyörimisnopeus vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti oikea sektori saadaan luku/kirjoituspään kohdalle. Se vaikuttaa myös siihen, kuinka nopeasti tietoa saadaan luettua tai kirjoitettua. Mitä suurempi pyörimisnopeus on, sitä nopeampia kiintolevyn kaikki toiminnot ovat.

Tyypillisiä pyörimisnopeuksia uusilla kiintolevyillä ovat 4 500 - 7 200 kierrosta minuutissa. Jopa 10 000 kierrosta minuutissa pyörimisnopeutta käytetään aivan tehokkaimmissa malleissa.

Tiedonsiirtonopeus

Tiedonsiirtonopeus (*Data Transfer Rate*) ilmaisee, kuinka nopeasti luettava tieto siirtyy levyltä keskusmuistiin tai kuinka nopeasti sitä tallennetaan. Tiedonsiirtonopeus ilmoitetaan joko kilotavuina tai kilobitteinä sekunnissa. Teoreettinen siirtonopeus tarkoittaa suurinta hetkellistä nopeutta, jota jolla liitäntä pystyy tietoa siirtämään.

Seuraavassa taulukossa on kiintolevyjen liitäntöjen maksiminopeudet.

Teoreettiset maksimisiirtonopeudet

Liitäntä	Tiedonsiirtonopeus Mt/s
ST-506 (MFM)	0,625
ST-506 (RLL)	0,9375
ESDI	1,25
SCSI-2	5
Fast SCSI	10
Fast/Wide SCSI	20
Ultra/Wide SCSI	40
ATA (IDE)	4
ATA-2 (EIDE) PIO 4	16
ATA-2 (EIDE) Ultra DMA	33

SCSI- ja IDE-liitännöistä on esimerkkinä vain muutama vaihtoehto. Katso tarkemmin IDE- ja SCSI-luvuista. Huomaa, että käytännön siirtonopeudet ovat aina pienempiä kuin nämä teoreettiset maksimisiirtonopeudet.

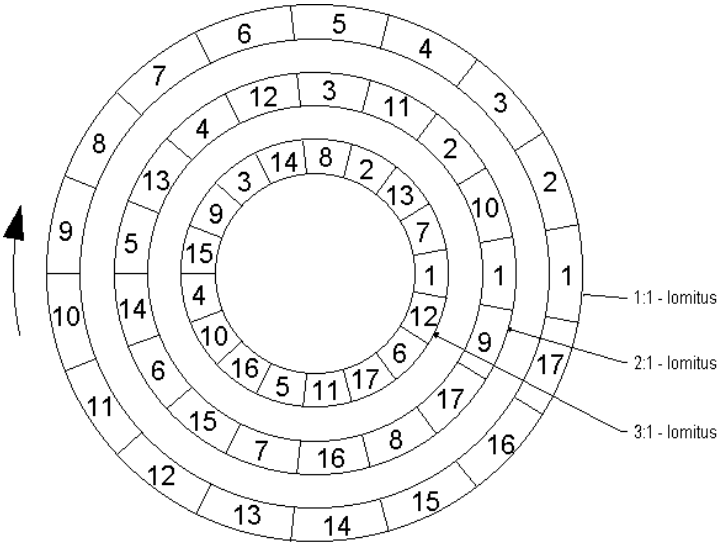
Mikron väylän siirtonopeus on myös ratkaiseva tekijä kiintolevyjen tiedonsiirtonopeudessa. Jos kiintolevyn liitäntä on nopea, mutta mikron väylä hidas, kulkee tieto silloin hitaammalla nopeudella. Tietohan siirtyy kiintolevyn liitännän kautta mikron väylälle, johon pullonkaula syntyy. ISA-väylän maksimitiedonsiirtonopeus on 8 Mt/s ja PCI:n nopeus onkin peräti 132 Mt/s.

Lomituskerroin

Lomituskerroin (*Interleave*) määrää sen, missä fyysisessä järjestyksessä kiintolevyn sektoreita käytetään. Esimerkiksi 3:1 lomituskertoimella peräkkäin luettavien sektorien välissä on aina kaksi fyysistä sektoria, eli joka kolmas sektori luetaan. Lomituskertoimella pyritään kompensoimaan hitaan mikron ja kiintolevyohjainkortin aiheuttama viive, joka aiheutuu siitä, että seuraava sektori ennättää pyörähtää lukupään ohi ennen kuin se ollaan valmis lukemaan. Ilman lomittelua levy joutuu pyörähtämään ylimääräisen kierroksen, ennen kuin seuraava sektori osuu lukupään kohdalle. Tämä taas on hyvin hidasta.

Nykyisten mikrojen ja kiintolevyjen nopeus riittää hyvin 1:1 lomituskertoimen käyttöön, mikä käytännössä tarkoittaa sitä, että lomittelua ei käytetä. Ongelmana on kuitenkin se, että kun ura on luettu, pitäisi lukupään olla välittömästi seuraavan uran alussa. Näin nopeasti lukupää ei sentään siirry, vaan alkukohta kerkiää pyöriä ohi. Tällöin ratkaisuna on se, että levyn urat sijoitetaan alkamaan eri kohdista, ei siis samalta levyn säteen kohdalta. Lukupäällä on aikaa siirtyä seuraavan uran alkuun ehkä sektorin tai kahden pituuden verran.

Lomituskertoimella on ollut eniten merkitystä optimoitaessa vanhempien ST506/412-liitäntäisten kiintolevyjen nopeutta. Vanhemmat ST506/412-ohjainkortit eivät kykene 1:1-lomitteluun. Lomituskertoimen muuntaminen vaatii kiintolevyn perusalustamisen, joten se ei onnistu käyttöjärjestelmän FORMAT-komennolla. Lomituskertoimen muuntamiseen on saatavana apuohjelmia (Norton Calibrat, Speedstor, Spinrite).



Kuva: Lomituskertoimien 1:1, 1:2 ja 1:3 sektorijärjestykset.

Tyyppikoodit

Kiintolevyjen nimissä on usein kirjaimia ja numeroita. Ne ilmaisevat kiintolevyn liitännän, koon ja muita tietoja. Seuraavassa taulukossa on Seagaten käyttämiä koodeja.

Yleinen merkintä: STxyz

x = koko		*y = formatoimaton kapasiteetti (noin)*	*z=lisätietoja*	
1=	3,5" puolikorkea	esim. ST225:n	merkitsemätön	ST412/MFM
2 =	5,25" puolikorkea	formatoimaton	N =	SCSI
3 =	3,5", 1" korkea	kapasiteetti on	R =	ST412/RLL
4 =	5,25" täysikorkea	25 Mt	A =	AT Bus (IDE)
6 =	9"		X =	XT Bus (IDE)
8 =	8"		E =	ESDI
9 =	2,5"		J =	SMD/SMD-E
			K =	IPI-2
			ND =	Differential SCSI
			NM =	Macintosh SCSI
			S =	Synchronized Spindle
			V =	Novell Netware-valmius
			P =	Write Pre-Comp

TAULUKKO. Kiintolevyn mallinumero voi kertoa paljon itse kiintole-

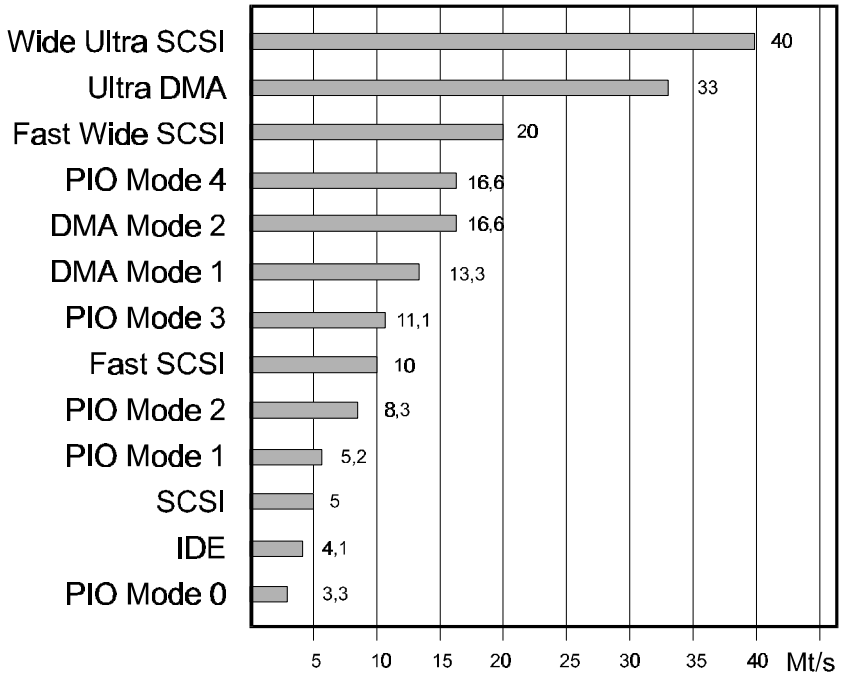
vystä. Taulukossa on Seagaten kiintolevymallien koodaustapoja.

Kiintolevyn liitännät

Tässä luvussa käsitellään yleisimmät kiintolevyliitännät, jotka ovat:

- ST506/412 (vanhentunut)
- ESDI (vanhentunut)
- SCSI
- IDE

Kiintolevyjen nopeudet vaihtelevat, mutta nopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti myös liitäntä. Liitäntätekniikka asettaa omat rajoituksensa suurimmalle mahdolliselle nopeudelle. Seuraavassa taulukossa on liitäntöjen suurimmat mahdolliset teoreettiset nopeudet.



Taulukossa on myös PIO-tilat, joita EIDE (ATA-2) käyttää ja DMA-tilat, joita eri liitännät käyttävät. Huomaa, että käytännön nopeudet ovat aina pienempiä kuin teoreettiset maksiminopeudet.

Lähes ainoat käytössä olevat kiintolevyliitännät tällä hetkellä ovat IDE ja SCSI. Se klassinen kysymys on, kumpi niistä on nopeampi. Käytännön mittauksilla yksittäiset vastaavat kiintolevyt ovat yhtä nopeita molemmissa liitännöissä. SCSIn edut tulevat esille vasta useita levyjä ja tiedostoja

käytettäessä, esimerkiksi serverissä. Silloinkin nopeusero on varsin pieni.

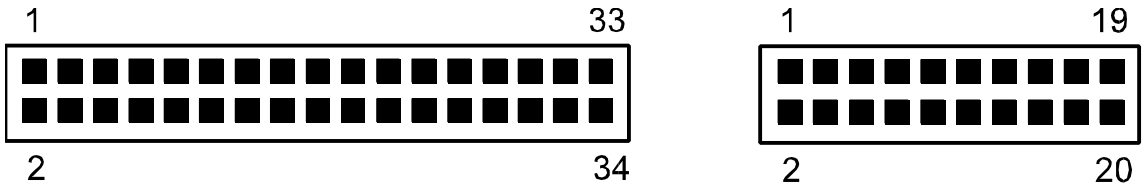
ST506/412

ST506 on Shugart Technologyn (nykyisin *Seagate Technology*) kehittämä liitäntä. Alunperin ST506 tarkoitti kiintolevyä, jonka tallennuskapasiteetti oli 5 megatavua, mutta yleistyi sittemmin tarkoittamaan itse liitäntää. ST506:ssa lukupään siirtosignaalit siirsivät lukupäätä reaaliaikaisesti ura kerrallaan, minkä johdosta siirtokomennot oli annettava yksi kerrallaan tarkasti ajoitettuna lukupään siirtomekaniikkaan.

ST506:sta kehitettiin ST412, jossa oli lisänä puskuroitu haku (*Buffered Seek*). Puskuroitua hakua käytettäessä kaikki uralta toiseen siirtymisen tarvittavat siirtokomennot puskuroitiin ennen varsinaista suoritusta. Käytännössä ST506-liitäntäisillä kiintolevyillä tarkoitetaan ST506/412-liitäntäisiä kiintolevyjä.

Useimmat ST506/412-kiintolevyt käyttävät tiedon koodauksen MFM-koodausta, mutta myös RLL-koodausta käytetään. Koodauksen suorittaa ohjainkortti. ST506/412-kiintolevyn voi liittää myös RLL-koodausta käyttävään ohjainkorttiin, mutta ennen liittämistä on varmistettava, että kiintolevy soveltuu tekniseltä laadultaan tiheämpää tallennusmenetelmää käyttävään RLL-koodaukseen.

ST506/412-kiintolevyssä pyörimisnopeus on 3 600 kierrosta minuutissa. ST506/412-kiintolevyohjain kykenee ohjaamaan kahta kiintolevyä. Kiintolevyjen liittämiseen käytetään kahta kaapelia ohjaimessa (sekä MFM- että RLL-koodausta käytettäessä). Kummallekin kiintolevylle on yhteinen ohjainkaapeli ja erilliset tietokaapelit.

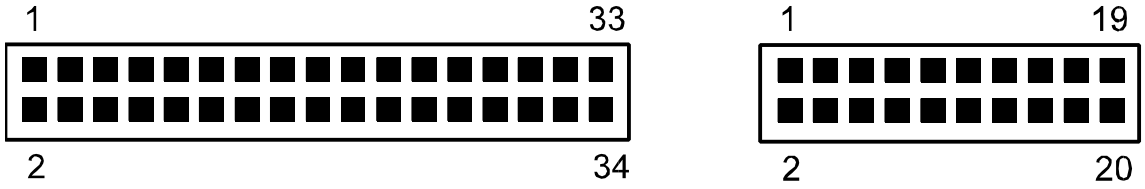


ST506/412-liitäntä				
Ohjauskaapeli			**Data-kaapeli**	
Johdin	**Signaali**		**Johdin**	**Signaali**
2	Head Sel 3		1	Drive Selected
4	Head Sel 4		2	Ground
6	Write Gate		3	Reserved
8	Seek Complete		4	Ground
10	Track 00		5	Reserved
12	Write Fault		6	Ground
14	Head Sel 1		7	Reserved
16	Reserved		8	Ground
18	Head Sel 2		9	Reserved
20	Index		10	Reserved
22	Ready		11	Ground
24	Step		12	Ground
26	Drive Sel 1		13	* Write Data+
28	Drive Sel 2		14	* Write Data-
30	Drive Sel 3		15	Ground
32	Drive Sel 4		16	Ground
34	Direction in		17	* Read Data+
			18	* Read Data-
			19	Ground
			20	Ground

* MFM- ja RLL-ohjaimissa
Ohjauskaapelin parittomat johtimet ovat maajohtimia

ESDI

ESDI (*Enhanced Small Device Interface*) kehitettiin ST506/412-liitännän pohjalta. ESDI ei ole pelkkä kiintolevyliitäntä, vaan se soveltuu myös muun tyyppisille tallennusmedioille, esimerkiksi WORMeille. ESDI-kiintolevyissä suuri osa laitetason ohjaustoiminnoista on siirretty itse kiintolevyyn ja ohjain keskustelee kiintolevyn kanssa ESDI-komentojen välityksellä. Merkittävä ero ST506/412-kiintolevyihin on, että ESDI-kiintolevyssä data- ja kellosignaalit erotetaan toisistaan itse kiintolevyssä (ST506/412-kiintolevyissä ohjainkortti suorittaa erotuksen) ja kaikki ohjaussignaalit ovat digitaalisia.



ESDI-liitäntä

Ohjauskaapeli

Johdin	Signaali
2	Head sel 3
4	Head sel 2
6	Write gate
8	Configs/Stat Data
10	Transfer Ack
12	Attention
14	Head sel 0
16	Sect/Add.Mk. Found
18	Head sel 1
20	Index
22	Ready
24	Trans. Request

Data-kaapeli

Johdin	Signaali
1	Drive selected
2	Sect/Add. Mk Found
3	Seek Complete
4	Address Mark Enable
5	Reserved
6	Ground
7	Write Clock +
8	Write Clock -
9	Cartridge Changed
10	Read Ref. Clock +
11	Read Ref. Clock -
12	Ground

26	Drive sel 1		13	NRZ Write Data+
28	Drive sel 2		14	NRZ Write Data-
30	Drive sel 3		15	Ground
32	Read Gate		16	Ground
34	Command Data		17	NRZ Read Data+
			18	NRZ Read Data-
			19	Ground
			20	Grouns

Ohjauskaapelin parittomat johtimet ovat maajohtimia

ESDI-kiintolevy liitetään ESDI-ohjaimeen 34- ja 20-linjaisilla liitäntäjohdoilla. Liitäntäjohdot ovat samanlaiset kuin ST506/412-kiintolevyissä, mutta ESDI-ohjaimeen ei voi liittää ST506/412-kiintolevyä eikä ESDI-kiintolevyä voi liittää ST506/412-ohjaimeen. 34-linjainen liitäntäjohtoa käytetään kiintolevyn ohjaukseen ja 20-linjaista liitäntäjohtoa tiedonsiirtoon. ESDI-ohjaimeen voidaan liittää kaksi kiintolevyä, joskin itse ESDI-standardi tukee useampia oheislaitteita. ST506-kiintolevyjen tapaan ESDI-kiintolevyt pyörivät 3 600 kierrosta minuutissa.

SCSI

SCSI-kiintolevy (*Small Computer System Interface*) on tarkoitettu liitettäväksi SCSI-väylään. Itse SCSI on yleiskäyttöinen oheislaitteiden liitäntäväylä. SCSI ei ota kantaa siihen, millainen on kiintolevyn fyysinen toteutus ja kiintolevy voi teoriassa olla esimerkiksi ESDI-tyyppinen.

Kiintolevyä käytetään SCSI-komentokielen välityksellä. SCSI-väylään voidaan kytkeä 7 kiintolevyä tai muuta oheislaitetta. SCSI:stä on myös erityisesti kiintolevyjen ohjaukseen tarkoitettuja ohjainkortteja, jotka tyypillisesti kykenevät ohjaamaan vain kahta kiintolevyä.

SCSI-kiintolevyn pyörimisnopeus ei ole rajoittunut 3 600 kierrokseen minuutissa, vaan se voi olla suurempikin. Suuremmat pyörimisnopeudet mahdollistavat suuremmat siirtonopeudet, sillä suuremmilla nopeuksilla lukupään kohdalle osuu suurempi tietomäärä. Uusimmilla levyillä pyörimisnopeus on jopa 7200 kierrosta minuutissa.

SCSI-liitännän pinnijärjestykset ovat Väylä/SCSI-luvussa.

IDE

IDE (*Integrated Drive Electronics*) on yleisin kiintolevytyyppi, jonka suosion salaisuutena on ollut edullisuus ja helppokäyttöisyys. Puhekielessä IDE-kiintolevystä käytetään joskus myös nimityksiä AT ja ATID. Huomaa, että IDE-laitteet ovat sisäisiä asemia johtuen standardin lyhyestä signaalinsiirtomatkasta.

SCSI-kiintolevyjen tapaan IDE-kiintolevyissä ohjauselektroniikka sijaitsee kiintolevyssä. Mikron väylään liitetään yksinkertainen liitäntäkortti. Uusissa emolevyissä liitäntä on integroituna emolevylle. SCSI-kiintolevyn tapaan IDE-kiintolevyissä ei ole rajoitettu levypakan pyörimisnopeuden määrää ja se voikin olla yli 3 600 kierrosta minuutissa.

IDE-aseman liitäntä on nimeltään ATA *(AT Attachment)*. ATA-liitäntää on kehitetty eteenpäin ja sen seuraaja ATA-2 onkin monipuolisempi ja nopeampi.

ATA

ATA-liitännästä lähtee yksi 40-pinninen lattakaapeli, jossa on yksi tai kaksi liitäntää. Molempiin liitäntöihin voidaan kytkeä yksi IDE-kiintolevy. Toinen kiintolevyistä on isäntä *(Master)* ja toinen orja *(Slave)* -levy. Valinta suoritetaan kiintolevyn piirikortin jumppereilla. Kaksi Master- tai kaksi Slave-levyä ei toimi samassa liitännässä yhtä aikaa.

Kaikki ATA-kiintolevyt eivät toimi välttämättä yhtä aikaa samassa mikrossa. Tällöin kannattaa kokeilla Master- ja Slave-levyjen paikan vaihtamista. Useimmiten toimimattomuuteen on syynä väärin tehdyt jumpperiasetukset. Jos kiintolevy ei toimi, tarkasta asetukset. Suosittelemme kuitenkin saman valmistajan ATA-levyjen asennusta samaan mikroon.

ATA-2

Tavallinen ATA-liitäntä on pelkästään kiintolevyjen liitäntämuoto ja osion maksimikoko on vain 504 megatavua. Rajan määrää mikron BIOSin ja IDEn yhteisvaikutus. ATA-liitännällä voidaan asentaa lisäksi vain kaksi ATA-laitetta. Nämä rajoitukset poistuvat monipuolisemman ATA-2-standardin myötä, joka on ATA-normin laajennus.

Puhekielessä on yleistynyt käsite EIDE *(Enhanced IDE)*, joka on Western Digitalin käyttämä nimitys ATA-2:sta. Fast-ATA on Seagaten ja Quantumin

versio ATA-2:sta.

ATA-2-liitäntään voidaan liittää neljä laitetta ATA:n kahden sijaan. Laitteet voivat olla kiintolevyjen lisäksi CD-ROM-, SyQuest- ja nauha-asemia, mutta näiden on tuettava ATAPI-liitäntää. ATAPI-rajapinnan *(AT Attachment Packet Interface)* avulla voidaan tutkia minkälainen laite on kytketty IDE-liitäntään. Tämä mahdollistaa erilaisten asemien helpon kytkemisen.

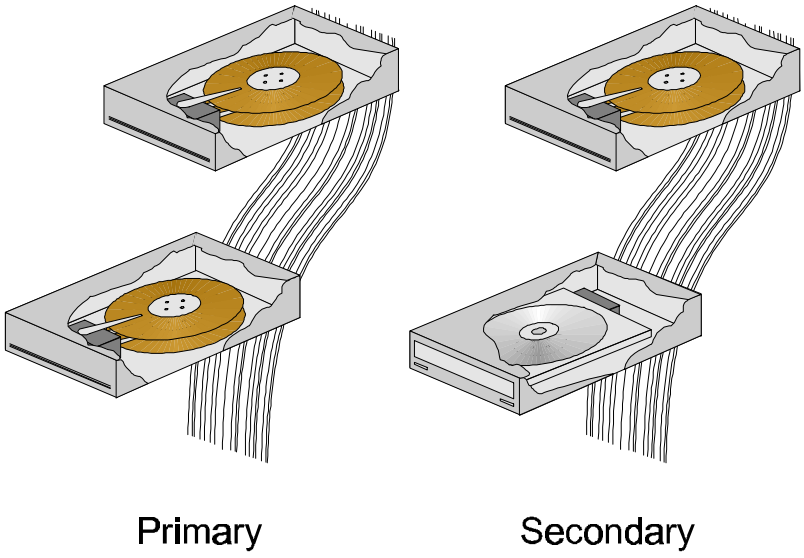
ATA-2 lisää nopeammat PIO- ja DMA-tilat, joiden avulla tiedonsiirtonopeudet kasvavat. Huomaa, että suurin mahdollinen nopeus saavutetaan vasta, kun käytössä on paikallisväylä. ISA-väylään kiinnitetty ATA-2-ohjain ei nopeuta merkittävästi tiedonsiirtoa.

ATA-3

ATA-3 on vasta tulossa oleva standardi. Se ei tule todennäköisesti sisältämään nopeampaa tiedonsiirtoa, vaan uusia komentoja ja toimintoja. Muun muassa turvallisuustoiminnot, kuten lukitukset ja salasanasuojaukset, tulevat auttamaan tietoturvallisuuskysymyksissä. Lisäksi määritelmä sisältää analysointi- ja raportointiteknologian vikatilanteille.

Kaapelointi

Sekä ATA että ATA-2 käyttävät samanlaista kaapelia. ATA:ssa on yksi kaapeli ja ATA-2:ssa kaksi kaapelia. Kaapelien nimet ovat Primary ja Secondary.

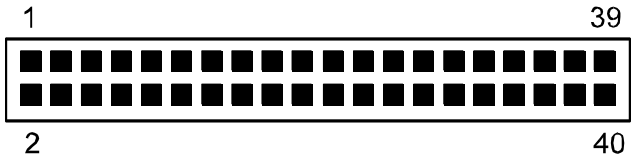


Kuva: ATA-2:n kaapelit, joissa on kolme kiintolevyä ja yksi CD-ROM-

asema.

Kaapeli on 40-pinninen lattakaapeli, jossa on pinni numero 20 poissa. Useimmissa kaapelin liittimissä tämä kohta on umpinainen. Ratkaisun avulla kaapelia ei voi kytkeä vahingossa väärinpäin.

Kaapelin suurin pituus voi olla noin 45 cm. Tämän pidemmillä kaapeleilla voi esiintyä häiriöitä niin paljon, että laite ei toimi luotettavasti.



IDE-liitäntä

Johdin	Signaali	Johdin	Signaali
1	Reset	2	Ground
3	Data 7	4	Data 8
5	Data 6	6	Data 9
7	Data 5	8	Data 10
9	Data 4	10	Data 11
11	Data 3	12	Data 12
13	Data 2	14	Data 13
15	Data 1	16	Data 14
17	Data 0	18	Data 15
19	Ground	20	Access Key
21	DRQ 3	22	Ground
23	IOW	24	Ground
25	IOR	26	Ground
27	I/O Ch Rdy	28	SPSync:Csel
29	DACK 3	30	Ground
31	IRQ 14	32	IOCS16
33	Address 1	34	PDIAG
35	Address 0	36	Address 2
37	CS1FX	38	CS3FX

39	DA/SP		40	Ground

Liitin ja pinnijärjestys ovat samat niin IDE- kuin laajennetullakin IDE-liitännällä.

Keskeytykset ja osoitteet

ATA-2-liitännän käyttämät keskeytykset ja osoitteet ovat seuraavassa taulukossa. Resursseja ei kulu laitekohtaisesti, vaan kaapelikohtaisesti.

Huomaa, että ATA-liitännän yksi ainoa kaapeli on taulukon Primary-kaapeli.

ATA-liitännän resurssit		
	Primary	**Secondary**
Osoite	1F0h - 1F7h	170h - 177h
Keskeytys	14	15

Kiintolevyn koko

ATA-2 poistaa myös ATA:n 504 megatavun (eli 528 miljoonaa tavua) kokorajoituksen kiintolevyissä. Tämän rajoituksen syynä on, että BIOSin ja ATA-liitännän yhteisistä arvoista voidaan käyttää vain pienimmät luvut. Kumpikaan ei voi käyttää suurempaa lukua, kuin mikä on rajoitus. Täten ATA-levyn suurimmaksi kapasiteetiksi, ilman erikoisratkaisuja, muodostuu 504 Mt. Huomaa, että sektorissa on 512 tavua.

IDE-liitäntäisen kiintolevyn kapasiteettirajoitukset			
	BIOS	**IDE**	**Yhteisrajoitus**
Sektorit	63	225	63
Lukupäät	255	16	16

Sylinterit	1024	65536	1024
Suurin kapasiteetti	8,4 Gt	136,9 Gt	504 Mt

504 megatavun rajan rikkominen ei ole vanhemmille mikroille aivan ongelmatonta. Jos BIOS ei tue suuria levyjä, on käytettävä sopivaa laiteohjainta, joka ladataan CONFIG.SYSiin. Näitä ovat muun muassa EZ-Drive ja Disk Manager. Huomioi, että nämä ratkaisut kuluttavat perusmuistia.

Uusien mikrojen BIOS tunnistaa suuret IDE-levyt ja tunnistus voi olla täysin automaattinen.

Huomaa, että joidenkin BIOSien suurin tunnistama kiintolevykoko on 2 gigatavua. Lisäksi DOS ja Windows 95 eivät osaa tehdä 2 gigatavua suurempia partitioita, vaikka suurempi levy tunnistetaankin.

BIOS

Jotta suuria ATA-2-kiintolevyjä voidaan käyttää, on BIOSia huijattava luulemaan, että kyseessä on pienempi asema. ATA-2-levyissä käytetään normaalin levytietojen osoitusmenetelmän lisäksi kahta käännösmenetelmää.

CHS *(Cylinder, Head, Sector)*

(Myös nimellä **Standard CHS** tai **Normal**)
Tämä on normaali kiintolevyn määritystapa, jossa ilmoitetut sektori, sylinteri ja sektoriarvot vastaavat todellisia kiintolevyn arvoja. Mitään käännöstä ei siis suoriteta. Käytä tätä kun kiintolevyn sylinterien määrä on alle 1024.

ECHS *(Extended Cylinder, Head, Sector)*

(Joissakin BIOSeissa nimellä **Large** tai **IDE CHS**)
BIOSin keskeytyksen 13 käyttämät CHS-arvot muutetaan vastaamaan IDE-levyn CHS-arvoja. BIOS käyttää tällöin pienempiä arvoja kuin mitä IDE-levyllä on todellisuudessa. Arvojen käännös suoritetaan täysin käyttäjän huomaamatta.

LBA *(Logical Block Address)*

BIOSin keskeytyksen 13 käyttämät CHS-arvot muutetaan loogiseksi lohko-osoitteeksi. Uusi muutettu arvo viedään IDE-levyn ohjausrekisteriin. LBA-tekniikka etuna on, että se sallii

koko BIOSin määrittämän kapasiteetin hyödyntämisen. IDE-levy voi olla suurimmillaan 8,4 Gt. Uudet BIOSit sisältävät LBA-toiminnan valinnan SetUp-ohjelmassa.

Esimerkiksi 1500 sylinteriä ja 16 lukupäätä sisältävä kiintolevy näkyy ohjelmistolle 750 sylinterisenä ja 32 lukupäisenä levynä.

LBA on hiukan nopeampi kuin CHS.

Seuraavassa taulukossa on eri osoitusmenetelmät sekä kuinka BIOS käyttää niitä.

BIOSin osoitusmenetelmien käyttö

Osoitusmenetelmä	Käyttöjärjestelmä BIO-Sille	BIOS IDE-portille
CHS	Looginen CHS-parametrointi	Looginen CHS-parametrointi
ECHS	Käännetty CHS-parametrointi	Looginen CHS-parametrointi
LBA	Käännetty CHS-parametrointi	LBA-parametrointi

Asennettuasi esimerkiksi 850 Mt:n kiintolevyn, BIOSissa saattaa näkyä levyn kokona 128 Mt. Tämä on kuitenkin aivan normaalia, sillä BIOS kääntää levyn tiedot oikeiksi kiintolevyohjaimelle. Kiintolevyä voidaan käyttää aivan normaalisti, eikä käyttäjä huomaa levytietojen kääntöä. Uudemmat BIOSit näyttävät kiintolevyn parametrit aivan oikein.

Älä vaihda koodausmenetelmää toiseen noin vain. Koodausmenetelmän vaihto usein tuhoaa kaiken tiedon kiintolevyltä. Huomaa, että kiintolevyä siirrettäessä toiseen koneeseen saattaa koodausmenetelmä vaihtua ja tiedot kadota. Yli 504 megatavun kiintolevyillä on suositeltavaa käyttää aina LBA-menetelmää, jolloin kiintolevyn siirto koneesta toiseen onnistuu hyvin.

Tiedonsiirtomenetelmät

ATA-2 määrittelee useita nopeampia tiedonsiirtomenetelmiä kuin tavallinen tiedonsiirto prosessorin kautta. Yleisin ratkaisu on erilaiset PIO-moodit, mutta DMA-siirrotkin ovat mahdollisia.

Kiintolevyt käyttävät automaattisesti parasta mahdollista tiedonsiirtonopeutta. Joidenkin mikrojen SetUp-ohjelmassa voidaan muuttaa moodeja, mutta se ei ole suositeltavaa.

PIO

PIO-moodi määrittää kuinka nopeasti tieto siirtyy kiintolevylle ja päinvastoin. Hitaimmassa PIO-moodissa, numero 0, tiedon aikajakso ei saa olla yli 600 ns. PIO 0:n suurin mahdollinen tiedonsiirtonopeus on 3,3 Mt sekunnissa.

PIO-moodien nopeudet

PIO	Kellojakso (ns)	Tiedonsiir-tonopeus Mt/s	Liitäntä
0	600	3,3	ATA
1	383	5,2	ATA
2	240	8,3	ATA
3	180	11,1	ATA-2, IORDY vaaditaan
4	120	16,6	ATA-2, IORDY vaaditaan

PIO 3 ja 4 ovat ATA-2:n määrityksiä ja ne vaativat paikallisväylän sekä IORDY-laitetason *(I/O Channel Ready)* vuon ohjausta. Tällöin asema voi käyttää IORDY-linjaa hidastamaan tiedonsiirtoa tarvittaessa. Ilman oikeata IORDY-tukea tieto saattaa vioittua.

Huomaa, että taulukossa mainitut arvot ovat standardin maksimiarvoja. Käytännössä tiedonsiirtonopeudet ovat huomattavasti pienempiä. BIOS osaa määrittää itse oikeat PIO-moodit, jolloin käytetään suurinta mahdollista tiedonsiirtonopeutta.

PIO 4 on tällä hetkellä nopein tapa siirtää tietoa kiintolevyltä muistiin. PIO Mode 5 on suunnitteilla ja sen suurin tiedonsiirtonopeus tulee todennäköisesti olemaan 20 Mt/s.

DMA

DMA-siirto tapahtuu suoraan laitteen ja muistin välillä ilman, että prosessori toimii välikätenä. Teoriassa prosessori voisi suorittaa tuona aikana muita tehtäviä, mutta esimerkiksi DOS-käyttöjärjestelmä ei moista salli. DMA-siirto ei ole siis paljoakaan tavallista siirtoa nopeampi.

On olemassa kaksi erilaista DMA-siirtomenetelmää: tavallinen DMA sekä Busmaster DMA. Tavallisessa DMA-siirrossa tiedon siirrosta huolehtii emolevyllä oleva DMA-piiri. Busmaster DMA -siirrossa tiedon siirrosta huolehtii liitännän ohjainpiirit.

DMA-siirtotapa ei ole niin hyvä kuin PIO. Seuraavassa taulukossa on DMA-moodien ominaisuuksia.

DMA-moodien nopeudet

DMA		Kellojakso (ns)	Tiedonsiirtonopeus (Mt/s)	Liitäntä
Sana	0	960	2,1	ATA
	1	480	4,2	ATA
	2	240	8,3	ATA
Monisana	0	480	4,2	ATA
	1	150	13,3	ATA
	2	120	16,6	ATA

Ultra DMA on uusin DMA-siirtomenetelmä, jonka on kehittänyt ja patentoinut Quantum. Ultra DMA mahdollistaa jopa 33 Mt/s tiedonsiirtonopeuden, joka on kaksinkertainen verrattuna nopeimpaan PIO-moodiin. Nopea tiedonsiirto perustuu menetelmään, jonka avulla voidaan siirtää kaksinkertainen tietomäärä kellojaksoa kohti. Tuki Ultra DMA:lle löytyy muun muassa Intel 430TX -oheispiirisarjasta.

Ultra DMA on käytössä vain, jos kaikki ehdot seuraavasta listasta tukevat Ultra DMA:ta

- Emolevy (oheispiirit)
- BIOS
- Käyttöjärjestelmän laiteohjain
- Käytettävä laite (kiintolevy, CD-ROM-asema, ...)

Jos yksikin näistä ei toteudu, on laitteen suurimpana tiedonsiirtonopeutena 16,6 Mt/s.

Ultra DMA -laitteita voidaan käyttää mikrossa, jossa on myös vanhemmanmallisia laitteita. Jokainen niistä toimii parhaalla tiedonsiirtokyvyllään.

Bus Mastering IDE

Bus Mastering IDE -ominaisuudella nopeutetaan IDE-laitteiden tiedonsiirtoa. Tietojen vastaanotossa ja tallennuksessa ei tarvita prosessorin aikaa juuri lainkaan, vaan tieto kulkee ikäänkuin suoraa reittiä.

Jotta Bus Mastering IDE toimii on kaikkien seuraavassa listassa olevien kohtien tuettava Bus Mastering IDE:ä.

- Emolevy (oheispiirit)
- BIOS
- Moniajokäyttöjärjestelmä (esim. Windows 95)
- Laiteohjain
- IDE-laite (kiintolevy, CD-ROM-asema, ...), joka käyttää DMA multi-word -tilaa

Tästä ominaisuudesta on hyötyä vain silloin kun tietoa liikkuu runsaasti levyaseman ja muistin välillä sekä useita ohjelmia on yhtä aikaa käytössä. Yksittäisille perusohjelmille Bus Mastering IDE -toiminnosta ei ole nopeushyötyä.

Kiintolevyn välimuisti

Kiintolevyn yleistä toimintaa voidaan nopeuttaa kiintolevyn välimuistilla (*Disk Cache*).

Välimuisti voi olla kiintolevyssä omilla muistipiireillä ja/tai ohjelmallisesti toteutettuna, jolloin käytetään keskusmuistia.

Kiintolevyissä on itsessään aina välimuistia, joka vaihtelee keskimäärin välillä 32 - 512 kt. Suuntaus on kuitenkin takaisin pienempiin, mutta tehokkaammin suunniteltuihin välimuisteihin. Tyypillinen välimuistin koko uudessa kiintolevyssä on 128 kt. Ohjelmallisesti toteutettua välimuistia tarvitaan kuitenkin aina, sillä kiintolevy on hyvin hidas verrattuna keskusmuistiin.

Ohjelmallinen välimuisti on RAM-muistissa, johon kiintolevyltä luetut tiedot jäävät. Jos tieto löytyy välimuistista, saadaan se ohjelman käyttöön nopeammin kuin jos tieto jouduttaisiin lukemaan uudestaan levyltä. Välimuisteissa voi olla myös taustatallennus (*Write Behind*, *Lazy Write*), jolloin ohjelman tallentamat tiedot siirtyvät välimuistiin ja tallennus suoritetaan taustatapahtumana prosessorin ollessa muuten vapaana.

Välimuisti varataan toteutuksesta riippuen joko EMS- tai XMS-muistista. Esimerkiksi MS DOS -käyttöjärjestelmän SMARTDRIVE on ohjelmallinen välimuisti. Windows 95 ja Windows NT määrittävät itse levyvälimuistin koon. Ohjelmallinen välimuisti käyttää mikron omaa RAM-muistia välimuistina.

Välimuistillisissa kiintolevyohjaimissa on tyypillisesti vakiona 0,5 - 2 megatavun RAM-muisti, joka voidaan laajentaa 8 tai 16 megatavuun. Itse ohjaimessa on oma mikroprosessori (esimerkiksi 16 MHz 386SX), joka huolehtii levyoperaatioista.

Harkittaessa välimuistillista kiintolevyohjainta ohjelmallisen välimuistin sijaan on huomioitava, että ohjelmalliset ratkaisut voivat nopeissa mikroissa ja tietyissä käyttösovelluksissa olla jopa tehokkaampia. Jos välimuistillisessa kiintolevyohjaimessa käytetään taustatallennusta, on huomioitava, että mikrosta saa katkaista virran vasta, kun kiintolevyohjain on tallentanut kaiken tiedon fyysisesti kiintolevylle.

Koodaustavat

Koodaustapa tarkoittaa tiedon fyysistä esitystapaa levyn pinnalla sarjana magneettisia pulsseja ja taukoja. Kehittyneiden koodausmenetelmien tarkoituksena on esittää tieto mahdollisimman tiiviisti. Mitä pienempään tilaan tieto saadaan tallennettua, sitä suurempi tallennuskapasiteetti kiintolevyllä on.

Koodaustapojen tiivistysperiaate poikkeaa merkittävästi niin sanottujen pakkausohjelmien tiivistysperiaatteesta. Koodausmenetelmissä ei ole niinkään olennaista se, kuinka monta bittiä (pulsseja ja taukoja) yhtä merkkiä kohden keskimäärin käytetään (kuten pakkausohjelmissa) vaan se, kuinka vähän pulsseja yhtä merkkiä kohden keskimäärin on ja mikä on kahden pulssin minimietäisyys. Mitä vähemmän pulsseja ja mitä etäämpänä ne ovat toisistaan (taukojen määrässä mitattuna), sitä tiiviimmin tieto voidaan fyysisesti tallentaa.

FM

FM-koodaus (*Frequency Modulation*) on peruskoodaustapa, jossa 1-bitti ilmaistaan kahdella peräkkäisellä pulssilla ja 0-bitti yhdellä pulssilla, jota seuraa tauko.

Yhtä bittiä kohden tarvitaan keskimäärin 1,5 pulssia olettaen, että 1- ja 0-bittejä on yhtä paljon. FM-koodausta ei käytetä nykyisissä kiintolevyissä, mutta sitä käytettiin ensimmäisissä levykeasemissa.

MFM

MFM-koodauksessa (*Modified Frequency Modulation*) 1-bitti ilmaistaan tauolla ja pulssilla. 0-bitti ilmaistaan kellopulssilla, jota seuraa tauko, mutta vain jos edellinenkin bitti on 0-bitti. 1-bittien välissä olevaa 0-bittiä ei merkitä. Menetelmä johtaa siihen, että kahden pulssin välissä on aina vähintään yksi, mutta korkeintaan kolme taukoa vastaten siten 1,3 RLL-koodausta.

Kahta pulssia ei koskaan ole peräkkäin, jonka johdosta erillistä kellopulssia ei tarvita. Yhtä bittiä kohden tarvitaan keskimäärin 0,75 pulssia, eli MFM-koodaus kaksinkertaistaa tallennusmäärän FM-koodaukseen verrat-

tuna.

RLL

RLL-koodauksessa (*Run Length Limited*) tallennettava bittijono jaetaan jaksoihin, jotka mahdollistavat paremman tiedon pakkaussuhteen.

RLL-menetelmässä bitit jaetaan jaksoihin, joissa pitää olla vähintään kaksi tai enintään seitsemän 0-bittiä jokaisen 1-bitin välissä. Tästä tuleekin RLL 2,7 -nimitys.

RLL-koodausperiaate (2,7 RLL)

Koodattava bittijono	Koodaus (0 = tauko, 1 = pulssi)
000	000100
10	0100
010	100100
0010	00100100
11	1000
011	001000
0011	00001000

Kun tietobitit koodataan RLL 2,7 -koodauksella, on seurauksena bittien määrän kasvu. Tämähän vain vähentäisi kiintolevyn kapasiteettia. Koodaukseen on kuitenkin yksi tärkeä syy.

Kiintolevyllä olevat bitit tunnistetaan vuonmuutoksen perusteella eli milloin magneettikenttä vaihtuu. MFM-koodauksessa magneettikentän vaihtumisia on varsin tiheästi. RLL-koodauksella sama koodi sisältää huomattavasti vähemmän vuonmuutoksia, vaikka bittijono onkin pidempi. Koska harvemmin esiintyvät vuonmuutokset voidaan havaita lähempänäkin toisiaan, voidaan RLL-koodatut bitit myös pakata lähemmäksi toisiaan.

RLL 2,7 -koodattu tieto voidaan pakata kolme kertaa pienempään tilaan. Suurempi bittimäärä kuluttaa noin kaksi kertaa enemmän levytilaa. Täten voidaan laskea, että RLL 2,7 -koodauksella kiintolevylle mahtuu loppujen lopuksi 50 prosenttia enemmän tietoa kuin MFM-koodauksella.

ARLL

Kehittyneemmät RLL-koodaukset kulkevat nimillä ARLL-koodaus (*Advanced Run Length Limited*) ja ERLL-koodaus (*Enhanced RLL*). Tarkemmin niitä kuvataan numerosarjoilla RLL-sanan perässä.

RLL 3,9 -koodauksessa on kahden pulssin välillä vähintään kolme ja enintään yhdeksän taukoa. Kahta bittiä kohden tarvitaan keskimäärin 0,75 pulssia, eli RLL 3,9 -koodaus kaksinkertaistaa tallennusmäärän MFM-koodaukseen verrattuna.

RLL 1,7 -koodauksessa on kahden pulssin välissä vähintään yksi ja enintään seitsemän taukoa. Tämä on yksi yleisimmistä koodauksista nykypäivän kiintolevyissä.

RLL 0,4,4 -koodaus on uusin menetelmä ja sillä saavutetaan myös tehokkain pakkaussuhde. Menetelmää käytetään MR-lukupää- ja PRML-lukumetodien kanssa.

Kiintolevyn SetUp-tiedot

Kiintolevyn parametrit tallennetaan mikron CMOS-muistiin SetUp-ohjelmalla. SetUp-tiedoissa on vakiona 32 tai 45 erilaista AT-kiintolevytyyppiä. Uudemmissa BIOSeissa SetUp-parametrit voidaan määritellä itse. Valittaessa tyyppinumeron 47 tai 48, voidaan parametrit säätää itse. Lisäksi uudemmissa SetUp-ohjelmissa voi olla automatiikka, joka tutkii kiintolevyn parametrit ja asettaa ne automaattisesti.

SCSI-kiintolevylle ei valita mitään asetuksia, sillä SCSI-ohjain hoitaa kiintolevyn ohjauksen. SetUp-ohjelmassa on tällöin Not Installed- tai Disabled-valinta, eli kiintolevyä ei ole, siis CMOS-muistissa.

SetUp-parametreja ovat

- Sylinterit *(Cylinder)*
- Luku/kirjoituspäät *(Heads)*
- Sektorit *(Sectors)*

- Osoitusmenetelmä *(IDE Translation Mode)*
- Monisektoriasetukset *(Multiple Sector Setting)*
- PIO-moodite *(PIO-modes)*

Sylinterit, luku/kirjoituspäät ja sektorit määrittävät kiintolevyn pääparametrit. Näiden perusteella lasketaan kiintolevyn koko.

Osoitusmenetelmänä on CHS, ECHS tai LBA. Monisektoriasetuksella määritetään mahdollisuus useampien sektoreiden siirtämiseen yhden keskeytyksen aikana. PIO-moodilla voidaan valita siirtonopeus. Näihin kolmeen on suositeltavaa valita Automaattinen tunnistus -valinta.

Vanhemmissa SetUp-ohjelmissa voidaan määritellä myös seuraavia tietoja:

- Kirjoituskompensointisylinteri (*Write Precompensation*)
- Paikoitussylinteri (*Landing Zone*).

Kirjoituskompensointisylinteri tarkoittaa sylinteriä, josta lähtien (lähemmäksi levyn keskustaa mentäessä) tallennettavien pulssien intensiteettiä kasvatetaan korvaamaan pienemmän tallennusalueen aiheuttama hävikki. Kirjoituskompensointia ei käytetä kaikissa kiintolevyissä.

Paikoitussylinteri on käyttämätön sylinteri, jolle luku/kirjoituspäät siirre-

tään, kun mikrosta katkaistaan virta. Nykyisissä kiintolevyissä on automaattipaikoitus, mutta vanhoissa kiintolevyissä paikoitus on suoritettava erillisellä ohjelmalla.

Perusalustus

Uudet kiintolevyt on tavallisesti perusalustettu (*Low Level Format*) jo tehtaalla. Perusalustuksen yhteydessä kiintolevylle merkitään muun muassa sektorien tunnistetiedot ja vialliset sektorit poistetaan käytöstä merkitsemällä ne BTD-taulukkoon (*Bad Track Table*). Tehtaalla havaituista viallisista sektoreista on tavallisesti lista kiintolevyn päällä tai kyljessä.

Perusalustus voidaan kuitenkin joutua suorittamaan esimerkiksi muunnettaessa vanhemman kiintolevyn lomituskerrointa tai kun kiintolevyllä alkaa esiintyä luku- ja tallennusvirheitä. Perusalustukseen voi käyttää kaupallisia erillisohjelmia tai kiintolevyohjaimen BIOSin sisältämää alustusohjelmaa.

Huomaa, että IDE-kiintolevyjä ei ole tarkoitettu käyttäjän perusalustettaviksi ja useimmat IDE-kiintolevyt estävät perusalustuksen suorittamisen. Käyttäjän suorittama perusalustus voi sotkea mm. levypinnan servomerkinnät, jonka seurauksena IDE-kiintolevy on käyttökelvoton.

Kiintolevyä perusalustettaessa kaikki kiintolevyllä oleva tieto tuhoutuu (joissakin kaupallisissa ohjelmissa on tuhoamaton perusalustustoiminto). Jos kiintolevyllä on entuudestaan tiedostoja, on nämä varmuuskopioitava.

On tärkeää tiedostaa, että kiintolevyltä tuhoutuu myös osiojako. Jos esimerkiksi yksittäinen kiintolevy on jaettu C- ja D-osioihin, tuhoutuvat kummankin osion tiedot (käyttäjälle eri levyosiot näyttäytyvät kuten erilliset kiintolevyt, vaikka ne sijaitsevat samalla fyysisellä kiintolevyllä).

Perusalustetun kiintolevyn käyttöönoton seuraava vaihe on kiintolevyn osiojako, osioiden alustus käyttöjärjestelmää varten sekä käyttöjärjestelmän loppuasennus. MS-DOS- ja OS/2-käyttöjärjestelmiä asennettaessa tämä tapahtuu käyttöjärjestelmän asennuslevykkeillä käynnistämällä mikro asennuslevykkeeltä (tavallisesti nimetty ASENNUS- tai INSTALL-levykkeeksi ja noudattamalla ohjeita.

Kiintolevyn huolto

Kiintolevyn suorituskyvyn ylläpitämiseksi ja levyvirheiden ehkäisemiseksi ja korjaamiseksi käyttäjä voi suorittaa joitakin huoltotoimenpiteitä. Komponenttitason vioissa käyttäjän mahdolliset toimenpiteet rajoittuvat kiintolevyohjaimen, kaapelien tai itse kiintolevyn vaihtoon. Mitään huoltotoimenpiteitä ei pidä tehdä itse, ellei tiedä mitä tekee ja teon mahdollisia seurauksia. Kiintolevyn varmuuskopioinnin merkitystä on syytä korostaa. Liian moni aloittaa varmuuskopioinnin vasta, kun tiedot ovat kertaalleen tuhoutuneet.

Virheilmoitukset

Sector Not Found -virheilmoitus syntyy, kun kiintolevy ei enää löydä luettavan sektorin tunnistetietoja. Tunnistetiedot tallennetaan vain kiintolevyn perusalustuksen yhteydessä, vaikka itse sektorin sisältö tallennetaan kokonaisuudessaan tallennusoperaation yhteydessä. Itse tietoa tallennettaessa käytetään ECC-virheenkorjausta, jonka avulla voidaan tyypillisesti lukea sektori, jossa 11 bitin arvo on kääntynyt. Useammat sektorin sisältämät bittivirheet aiheuttavat **Bad Sector** -virheilmoituksen. Käyttäjä saa virheilmoituksen vasta, kun toleranssirajat on ylitetty.

Ennalta ehkäisevänä keinona voidaan käyttää diagnostiikkaohjelmia, jotka suorittavat levypinnan tutkimisen, virkistävät perusalustuksen tuhoamatta tietoja ja poistavat vialliset sektorit käytöstä tarvitsematta suorittaa perusalustusta.

Pirstoutuminen eli fragmentoituminen

Pirstoutuminen on käyttöjärjestelmän tiedostojärjestelmästä riippuva ilmiö. Pirstoutuminen on ominaista esimerkiksi MS DOS -käyttöjärjestelmän FAT-tiedostojärjestelmässä. Pirstoutuminen on tiedostokohtaista ja tarkoittaa sitä, että tiedosto tallennetaan fyysisesti erillisille sektorialueille, jotka voivat sijaita sikin sokin eri urilla. Tämä hidastaa tiedoston lukua (ja tallennusta), sillä tiedostoa luettaessa lukupäätä joudutaan siirtämään useampia kertoja kuin jos sektorit ja sylinterit olisi käytetty optimaalisessa järjestyksessä.

Pirstoutumisen poistamiseksi on kehitetty **defragmentointiohjelmia**, joita

toisinaan myös kompressointiohjelmiksi sanotaan. Defragmentointiohjelmat järjestävät tiedostot uudestaan siten, että ne voidaan lukea optimaalisessa järjestyksessä. MS DOS 6.0:aan ja Windows 95:een sisältyy defragmentointiohjelma. Vanhemmissa MS DOS -versioissa on käytettävä erillisohjelmia.

MTBF

Kiintolevylle ilmoitettu keskimääräistä vikaantumisväliä kuvaava MTBF-arvo (*Mean Time Between Failure*) antaa suuntaa antavan kuvan kiintolevyn kestoiästä - erot eri kiintolevy-yksilöiden välillä voivat kuitenkin olla suuria. Arvo lasketaan tilastollisen otannan perusteella ja on tyypiltään ennustava (tästä syystä MTBF-arvoksi voidaan ilmoittaa 20 vuotta, vaikka kiintolevy olisi ollut valmistuksessa vasta pari vuotta). Esimerkiksi Fujitsu laskee MTBF-arvon käyttäen kaavaa:

MTBF = 1000 x POH/MFR

missä POH (*Power On Hour*) tarkoittaa arvioitua käyttötuntimäärää kuukaudessa ja MFR (*Monthly Failure Rate*) kuukauden aikana vikaantuvien kiintolevyjen määrää 1 000 kiintolevyä kohti.

Tyypillisesti kiintolevyille ilmoitetut MTBF-lukemat vaihtelevat 40 000 tunnista yli 300 000 tuntiin. Vuosiksi muunnettuna MTBF-lukemat vaihtelevat noin 4,5 vuodesta yli 30 vuoteen. Pitkäaikaiseen käyttöön tarkoitettua suurikapasiteettista kiintolevyä hankittaessa MTBF-lukemaan on siis hyvä kiinnittää huomiota.

RAID

RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*) tarkoittaa usean (suhteellisen edullisen pienikapasiteettisen) kiintolevyn käyttöä loogisena kokonaisuutena. RAIDin tarkoituksena on parantaa luotettavuutta sekä nopeuttaa ja laajentaa tallennuskapasiteettia. RAID-järjestelmästä ja toteutuksesta riippuen yksittäisen kiintolevyn vioittuessa tiedot ovat palautettavissa automaattisesti eikä laitteistoa tarvitse sulkea vioittuneen kiintolevyn vaihdon ajaksi. RAIDin vastakohtana on SLED (*Single Large Expensive Disk*). Se, miten kiintolevyjä käytetään, riippuu RAID-tasosta. RAID-tasoja on seitsemän. Huomaa, etteivät suuremmat tasonumerot välttämättä tarkoita kehittyneempää menetelmää

RAID 0 - Tieto jaetaan lohkoihin, jotka tallennetaan sarjamuodossa kullekin kiintolevylle. Kiintolevyjä on vähintään kaksi. Toteutuksesta riippuen tallennukset voivat tapahtua rinnakkain, mikä nopeuttaa levytoimintoja. Luotettavuus on huonompi kuin yhtä kiintolevyä käytettäessä, sillä minkä tahansa RAID 0 -taulukon kiintolevyn vioittuessa kaikki tiedot voivat tuhoutua. RAID 0:sta on muunnelma (*Drive Spanning*), jossa tietoa ei tallenneta sarjamuodossa kullekin kiintolevylle perätysten, vaan sarjamuodossa niille kiintolevyille, jotka kulloinkin ovat vapaana.

RAID 1 - Kiintolevyn peilaus (*Mirroring*). RAID 1:ssä on parillinen määrä kiintolevyjä ja tieto tallennetaan identtisesti aina kahdelle kiintolevylle. RAID 1:n luotettavuus on hyvä, sillä yksittäisen kiintolevyn vioittuessa tiedot löytyvät peilatulta kiintolevyltä. Tiedon lukua voidaan nopeuttaa lukemalla tietoa rinnakkain peilauskiintolevyltä. Merkittävin haitta on levykapasiteetin tarve: Levykapasiteettia tarvitaan kaksinkertainen määrä tallennettavaan tietoon nähden.

RAID 2 - RAID 2:ssa tieto tallennetaan biteittäin kaikille taulukon kiintolevyille. Lisäksi yksi tai useampi kiintolevy on varattu Hamming-virheenkorjaukselle (esimerkiksi 10 tietokiintolevyä vaatii neljä virheenkorjauskiintolevyä ja 25 data-kiintolevyä viisi virheenkorjauskiintolevyä). Tieto on palautettavissa minkä tahansa yksittäisen kiintolevyn vioittuessa. Ei käytössä mikrotietokoneissa.

RAID 3 - RAID 3 eroaa RAID 2:sta siinä, että Hamming-virheenkorjauksen sijaan käytetään erillistä pariteettitarkastuskiintolevyä, mikä vähentää tarvittavien kiintolevyjen kokonaislukumäärää. RAID 3 soveltuu erityisesti suurten tiedostojen yksittäiskäsittelyyn. Ei sovellu erityisen hyvin verkkopalvelimeen, jossa tyypillisesti käsitellään rinnakkain suurta määrää pieniä yksittäisiä tiedostoja.

RAID 4 - Tieto tallennetaan lohkottain (esimerkiksi sektoreittain) RAID 0:n tapaan kaikille taulukon tietokiintolevyille. Lisänä on pariteettitarkastukselle varattu kiintolevy. Tiedon lukeminen on nopeaa, sillä kaikilta kiintolevyiltä voidaan lukea rinnakkain. Tallennus on sen sijaan hidasta, sillä tallennettaessa käytetään kaikkia taulukon kiintolevyjä.

RAID 5 - Tieto tallennetaan lohkottain (esimerkiksi sektoreittain) yhdessä pariteettitarkastuksen kanssa kaikille taulukon kiintolevyille. Tieto on palautettavissa minkä tahansa yksittäisen kiintolevyn vioittuessa. Sekä luku- että tallennusoperaatiot voivat tapahtua rinnakkain, minkä johdosta RAID 5 soveltuu hyvin verkkopalvelimiin.

RAID 6 - RAID 6:ssa tieto tallennetaan kahdennettuna lohkottain kaikille taulukon kiintolevyille. RAID 6-taulukossa tieto on palautettavissa kahden kiintolevyn vioittuessa.

RAID 7 - RAID 7:ssä kiintolevyjoukkoa käytetään loogisena kokonaisuutena, mutta levyt toimivat erillisinä. Kiintolevyn vioittuessa vioittuneen kiintolevyn tietoja ei voi palauttaa, mutta muilla kiintolevyillä olevat tiedot ovat käytettävissä.

Vaihtokiintolevyt

Vaihdettavat kiintolevyt mahdollistavat eri sovellusympäristöjen sijoittamisen erillisille levyille, laajojen tiedostojen arkistoinnin ja nopean varmuuskopioinnin. Vaihdettavat kiintolevyt parantavat myös tietosuojaa, sillä levyt voidaan arkistoida esimerkiksi kassakaappiin.

Vaihdettavista kiintolevyistä yleisimmät ovat Syquest- ja Iomegan Zip- ja Jaz-asemat. Iomegan vanhempi ratkaisu Bernoulli-asema muistuttaa enemmän levykeasemaa kuten myös Zip-asema. Muut edellä mainitut asemat ovat hyvin kiintolevymäisiä paksun metallisen levyn ja nopeuden takia.

SyQuest

SyQuest-asemia on 5,25; 3,5 ja 2,5 tuuman kokoiset vaihdettavia levyjä käyttävät versiot. 5,25" tuuman SyQuest-asemasta on 44, 88 ja 200 megatavun versiot, joiden hakuaika on alle 30 millisekuntia. Suurempikapasiteettinen asema pystyy aina käyttämään myös pienempiä levyjä. 3,5" aseman tallennuskapasiteetti on 105 tai 270 megatavua ja 2,5" aseman kapasiteetti 44 megatavua.

SyQuest-asemissa käytetään koteloituja levyjä, joissa levykiekko on taipumatonta materiaalia kiintolevyn tapaan. Lisäksi luku/kirjoituspää ei kosketa levypintaa.

SyQuestin etuna on levykasettien suhteellinen halpuus ja helppo siirrettävyys. SyQuest-asemat ovat Macintosh-mikroissa huomattavasti yleisempiä kuin PC-mikroissa.

Suurin osa SyQuest-asemista on SCSI-liitännällä. Uudempia 3,5" asemia on saatavilla myös IDE-liitännällä.

Bernoulli

Iomega Corporationin kehittämä Bernoulli-asema on eräänlainen kiintolevyn ja levykeaseman välimuoto: sen tallennuskapasiteetti on lähempänä kiintolevyjä, mutta levykiekon materiaali on taipuisaa levykkeiden tapaan.

Bernoulli-levyn pyöriessä levyn pyöritysakselin viereltä (levyn yläpuolella) virtaa ilmaa levypinnan yläpuolelle. Ilmavirran suunta on poispäin levyn keskipisteestä. Tämä synnyttää levypinnan yläpuolelle pienemmän ilmanpaineen kuin mitä on levykiekon alapuolella, mikä puolestaan saa levykiekon nousemaan kohti luku/kirjoituspäätä.

Luku/kirjoituspään välissä virtaavan ilman paine estää kuitenkin luku/kirjoituspäätä osumasta levyn pintaan. Koska luku/kirjoituspään etäisyys levypinnasta on pienempi kuin levypinnan etäisyys levykotelosta, saa sama Bernoulli-ilmiö levyn vielä taipumaan luku/kirjoituspään kohdalla kohti luku/kirjoituspäätä. Levyn etäisyys luku/kirjoituspäästä on alle 10 miljoonasosatuumaa.

Levy laskeutuu automaattisesti kauemmaksi lukupäästä, kun sen pyöriminen hidastuu esimerkiksi virran katkaisun jälkeen. Levyn sisään joutuvat pölyhiukkaset ohjautuvat joko lukupään ohi tai lukupään ja levypinnan välistä vahingoittamatta levyä ja/tai lukupäätä.

Ensimmäisessä Bernoulli-asemassa oli 10 megatavun tallennuskapasiteetti (1983). Tätä seurasi 20 megatavun asema (1987). Nykyisin Bernoulli-asemista on 44, 90 ja 150 megatavun versiot. 44 ja 90 megatavun asemiin on saatavana vain täyden kapasiteetin Bernoulli-levyjä, kun taas 150 megatavun asemassa voidaan käyttää 35, 44, 65, 90, 105 ja 150 megatavun Bernoulli-levyjä (150 megatavun asema osaa vain lukea 44 megatavun levyjä, mutta ei tallentaa niille).

Iomega Zip

Zip-asema on pienikokoinen vaihdettavia kiintolevyjä käyttävä asema. Se on saatavilla rinnakkaisportti- sekä SCSI-versiona. Myös ulkoinen tai sisäinen vaihtoehto on valittavissa.

Kuva: Ulkoinen Zip-asema ja sen vasemmalla puolella Zip-kasetti.

Levy muistuttaa ulkonäöltään 3,5 tuuman levykettä. Levyn materiaali on myös joustava, mutta rakenteeltaan erilainen ja se mahdollistaa reilusti suuremman tallennuskapasiteetin. Zip-levyn ulkomuoto on myös erilainen, jonka johdosta sitä ei sekoita tavalliseen levykkeeseen. Levyn kapasiteetti on 100 megatavua, jonka tiedonsiirtonopeus on noin 1,4 Mt/s. Käytännössä SCSI-versio siirtää tietoa 1 Mt/s ja rinnakkaisporttiversio 0,3 Mt/s. Keskimääräinen hakuaika on 29 ms.

Zip-aseman etuina on helppo käytettävyys, pienuus, nopeus ja halpuus. 100 Mt kiintolevyt maksavat vain reilut 100 markkaa.

Iomega Jaz

Jaz-asema muistuttaa Zip-asemaa, mutta se on suurempikapasiteettinen, ja sitä saa ainoastaan SCSI-versiona. Asema on valittavissa ulkoisena tai sisäisenä mallina.

Kuva: Ulkoinen Jaz-asema ja sen vasemmalla puolella Jaz-kasetti.

Jaz-levy muistuttaa ominaisuuksiltaan enemmän kiintolevyä kuin ZIP. Se onkin suuremmassa kotelossa ja levyn pinta on kova. Levyn kapasiteetti on 1 gigatavu, ja tiedonsiirtonopeus on 6,7 Mt/s. Käytännössä nopeus on noin 3 Mt/s. Keskimääräinen hakuaika on erittäin hyvä eli 12 ms. Jaz-aseman suorituskyky onkin kiintolevyjen luokkaa.

Jaz-aseman kiintolevyjen hinta/kapasiteettisuhde on vielä parempi kuin Zip-levyjen. Yhden levyn hinta on reilut 700 markkaa.

Korttikiintolevy

Korttikiintolevy on vanhentunut ratkaisu lisätä kiintolevyjä mikroon. Nykyisin hankitaan kiintolevy IDE- tai SCSI-väylään ja kolmantena vaihtoehtona on erilaiset vaihdettavat kiintolevyt.

Korttikiintolevy lisätään yhteen vapaana olevaan lisäkorttipaikkaan. Levy pitää sisällään kiintolevynohjaimen, joten se voidaan lisätä myös tavallisen kiintolevyn rinnalle. Korttikiintolevyn eräitä käyttöalueita ovat mm. kannettavat mikrot sekä laajojen tietomäärien siirto nopeasti usean koneen välillä ilman lähiverkkoa.

Rinnakkaisporttikiintolevy

Nykyään yleisempi ratkaisu korttikiintolevyn sijaan on rinnakkaisporttiin liitettävä ulkoinen kiintolevy tai vaihdettava kiintolevy. Ne sopivat paremmin myös tilapäiseen useamman koneen väliseen tiedonsiirtoon.

Kiintolevy on helppo ja nopea kiinnittää mikroon. Lisäksi tarvitaan vain pieni laiteohjain ja asennus on valmis. Haittapuolena on hidas tiedonsiirtonopeus. Siitä ei kuitenkaan ole haittaa, jos tarkoituksena on siirtää tietoa mikrosta toiseen. Ohjelmien käyttö onkin jo varsin hidasta tällaiselta kiintolevyltä.

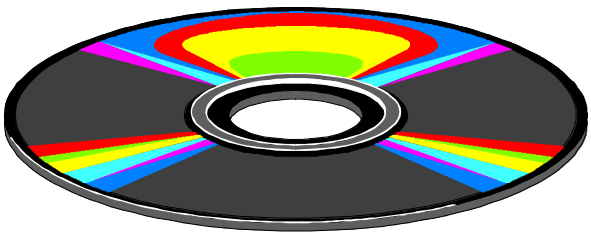
Optiset tallentavat levyt

Optiset tallentavat levyasemat jakaantuvat kertatallenteisiin WORM-asemiin ja pyyhittäviin optisiin asemiin, jotka perustuvat magneto-optiseen menetelmään. On myös olemassa optisia asemia, joissa voi käyttää kertatallenteisia levyjä ja pyyhittäviä levyjä. Optiset asemat eivät ole yhtä nopeita kuin nykyaikaiset kiintolevyt, mutta kummassakin asematyypissä levyt ovat vaihdettavia ja levyjen tallennuskapasiteetti vastaa isojen kiintolevyjen kapasiteettia.

WORM

WORM-levyasema (*Write Once Read Many)* käyttää vaihdettavia levyjä, joille voidaan tallentaa, mutta joilta ei voi poistaa tietoa. Levyjen yleisin koko on 5,25". Tallennukseen käytetään lasersädettä, joka kuumentaessaan levypintaa aiheuttaa siinä pysyviä muutoksia. Ne saavat lukemiseen käytetyn heikkotehoisen lasersäteen heijastumaan eri tavoin muusta levypinnasta. Lasersäteellä kuumennettu kohta vastaa 1-bittiä ja muu levypinta 0-bittiä. Yksittäisen pisteen halkaisija on tyypillisesti noin 1 mikrometriä. Koska WORM-levyltä ei voi poistaa tietoa, soveltuu se parhaiten arkistointiin ja pysyvien tietokantojen tallentamiseen.

WORM-asemien tallennuskapasiteetti vaihtelee tyypillisestä 650 megatavusta yli 6 gigatavuun (12" asema). Asemista on myös jukebox-malleja, jotka osaavat itse vaihtaa levyjä ja järjestelmiä joihin voidaan liittää useita kymmeniä WORM-asemia. Suurimpien WORM-järjestelmien tallennuskapasiteetti on 367 gigatavua.



Kuva: Optinen levy (kuvassa CD-ROM) saattaa muistuttaa CD-musiikkilevyä.

MO

MO-levyasema (*Magneto Optical*) käyttää magneto-optista menetelmää tiedon tallennukseen ja optista menetelmää tiedon lukemiseen. MO-levyt ovat vaihdettavia ja niiden kapasiteetti vaihtelee noin 128 megatavusta 2 gigatavuun. 128 megatavun MO-asemassa levyn halkaisija on 3,5" ja 650 megatavun asemassa 5,25". 3,5" asemien keskimääräinen hakuaika on tyypillisesti noin 50 millisekuntia. 5,25" asemat ovat jonkin verran hitaampia, sillä niiden luku/kirjoituspään massa on suurempi (5,25" asemissa laserdiodi on sijoitettu liikkuvaan luku/kirjoituspäähän, kun taas 3,5" asemissa laserdiodi on kiinteä ja lukupäässä on lasersäteen heijastusoptiikka). Levyjen pyörimisnopeus vaihtelee asemittain noin 1 800 kierroksesta minuutissa 3 000 kierrokseen minuutissa.

Ennen tiedon tallentamista, MO-levyltä on ensin tyhjennettävä alue, jolle tallennus tapahtuu. Lasersäde kuumentaa tyhjennettävän pisteen noin 150 celsiusasteeseen (tallennuspinnan Curier-piste), jossa sähkömagneetti muuttaa pisteen magneettisen polaarisuuden. Levyn pyöriessä tallennettava alue tyhjentyy sisältämään pelkkiä 0-bittejä.

Kirjoitusvaiheessa lasersäde kuumentaa 1-bittiä vastaavat pisteet 150 celsiusasteeseen, jossa sähkömagneetti (jonka polaarisuus on vaihdettu) muuntaa pisteen polaarisuuden vastakkaiseksi. Näin MO-levylle syntyy jono 1- ja 0-bittejä. Tallennuksen jälkeen tieto vielä tarkistetaan. Kunkin sektorin tallennusta varten levy pyörii kolme kierrosta, mistä syystä MO-levylle tallentaminen on suhteellisen hidasta.

Lukeminen perustuu Kerrin ilmiöön, jossa magnetisoituneesta metallipinnasta heijastuvan valon polarisaatiotaso kiertyy eri tavoin riippuen pinnan magneettikentän suunnasta. 1- ja 0-bittien kohdalla magneettikentät ovat vastakkaiset ja aiheuttavat valon polarisaatiotason kiertymisen asteen verran myötä- tai vastapäivään. Luettaessa käytetään heikkotehoista lasersädettä, jonka polarisaatiotason kiertyminen voidaan tutkia.

PD-asemat

PD-asema pystyy käyttämään kahta erilaista optista menetelmää:

- PD-levy (kirjoitus ja luku)
- CD-levy (vain luku)

Asema tunnistaa automaattisesti minkätyyppinen levy on laitettu asemaan. Sekä CD-ROM- että CD-äänilevyn käyttö on mahdollista, joten erillistä CD-ROM-asemaa ei tarvita.

PD-levylle tallennetaan tietoa voimakkaalla lasersäteellä, jolloin merkittävä bitti muuttuu voimakkaasti valoa heijastavaksi tai vähän valoa heijastavaksi. Lukuvaiheessa käytetään heikompitehoisempaa lasersädettä, joka tunnistaa bitit eri voimakkuuksisista valonheijastuksista.

PD-levy on 0,8 cm paksun kasetin sisällä. Itse levy on samankokoinen kuin CD-levy ja suurin kapasiteettikin on sama 650 megatavua.

PD-levyä pyöritetään vakionopeudella, kun CD-levyä pyöritetään muuttuvalla nopeudella. PD-aseman koneiston on siis kyettävä käyttämään molempia menetelmiä.

CD-ROM

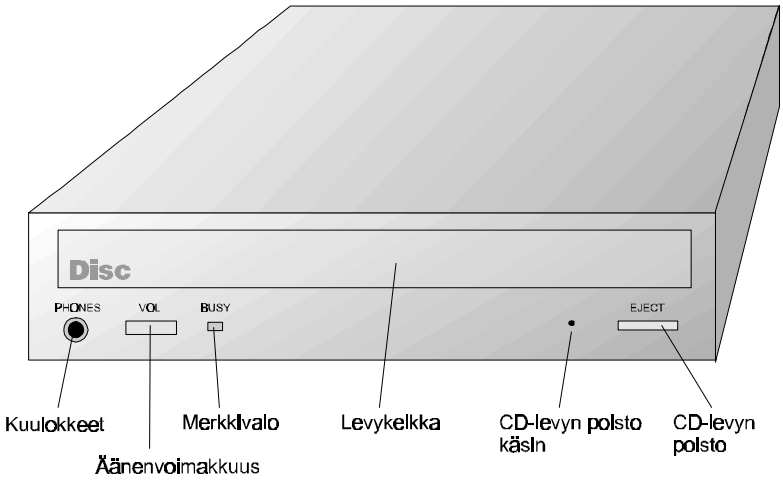
CD-ROM-asema (*Compact Disc Read Only Memory*) on 650 megatavun tallennuskapasiteetin omaava apumuisti, joka eroaa merkittävimmin muista apumuisteista siinä, että CD-ROM-asemaa ei voi käyttää tallennukseen (paitsi CD-R-asema). CD-ROM-asemalla on silti merkittävä sija apumuistien joukossa.

Valtteina on CD-ROM-aseman ja -levyjen edullisuus, suuri kapasiteetti ja lähempänä kiintolevyjä kuin levykeasemia oleva nopeus. CD-levyiltä löytyy tällä hetkellä multimediasovellusten ja valokuva-arkistojen lisäksi myös tavallisia ohjelmia, pelejä, tietosanakirjoja, hakemistoja, elokuvia, kirjoja ja tietenkin musiikkia.

Kuva: Levykelkallinen CD-ROM-asema PC-mikrossa.

CD-ROM on erittäin monikäyttöinen palvellen muun muassa multimedialaitteiston perusosana, ohjelmien asennusmediana, valokuvien arkistointi- ja siirtomediana, laajojen sovellusten apumuistina ja tavallisten CD-äänilevyjen soittimena. CD-ROM-asemassa käytetään CD-levyjä, jotka ovat mediakooltaan identtisiä tavallisen CD-äänilevyn kanssa.

CD-ROM-asemassa voidaan soittaa myös tavallista CD-äänilevyä. Musiikkia voidaan kuunnella kuulokkeilla aseman etupaneelin liitännän kautta, äänikortin kaiuttimien kautta tai stereoiden ja niiden kaiuttimien kautta.



Kuva: CD-ROM-aseman etulevyn käyttö.

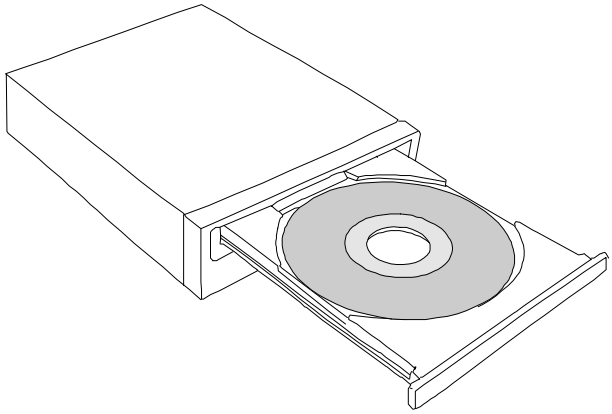
Yllä olevasta kuvasta nähdään tyypillisen CD-ROM-aseman etupaneelin osat ja käyttökytkimet.

Normaalisti ohjelma käynnistetään CD-levyltä samalla tavalla kuin kiintolevyltäkin. Windows 95 tukee AutoPlay-standardia ja jos käytettävä CD-levy tukee sitä myös, käynnistyy ohjelma automaattisesti, kun laitat levyn CD-ROM-asemaan. Myös CD-äänilevy käynnistyy automaattisesti.

CD-kelkka ja -kasetti

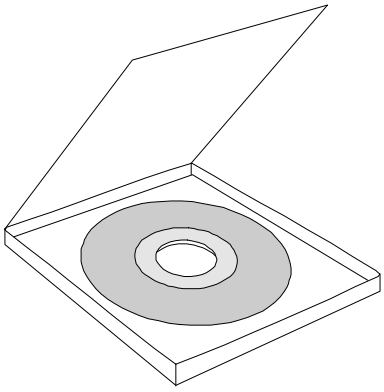
CD-ROM-asemasta on monia erilaisia versioita, jotka poikkeavat toisistaan nopeuden, liitännän ja levyn syöttömekanismin suhteen. Käyttäjälle näkyvin ero on levyn syöttömekanismi.

Levykelkka *(Tray)* työntyy esiin napin painalluksella. CD-levy asetetaan kelkkaan ja nappia uudestaan painamalla se vetäytyy levyineen takaisin. Joissakin asemissa levykelkkaa voidaan kevyesti työntää, jolloin se vetäytyy loppumatkan itse aseman sisään.



Kuva: Levykelkka.

Toisissa asemissa käytetään **levykasetteja** *(Caddy)*. Kasetti muistuttaa malliltaan tavallista CD-levyn koteloa, jonka sisään CD-levy asetetaan. Kasetti työnnetään CD-ROM-asemaan, jolloin moottori vetää kasetin loppuun itse. Napin painalluksella kasetti saadaan ulos asemasta.



Kuva: Levykasetti.

Molemmissa menetelmissä on hyvät ja huonot puolensa. CD-levyn asettaminen kasettiin on työläämpää kuin pelkän levyn asettaminen levykelkkaan. Tosin jos kullekin CD-levylle hankitaan oma kasetti, on levyn vioittumismahdollisuus pienempi kuin irrallisten levyjen käsittelyssä ja levyjen käsittely on helpompaa.

Kasetillinen CD-ROM-asema voidaan asentaa myös pystyasentoon, mutta levykelkallinen asema on usein asennettava vaakatasoon. Vain sellaiset levykelkalliset CD-ROM-asemat voidaan asentaa pystyasentoon, joissa on

levyn päälle käännettävät lukitussalvat. Yleensä lukitussalpoja on neljä kappaletta. Ne hidastavat CD-levyn vaihtoa, koska ne on aina asetettava päälle ja pois.

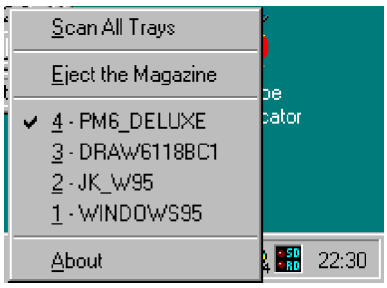
CD-levyn saa asemasta ulos etulevyn nappia painamalla tai myös ohjelmallisesti. Joissakin ohjelmissa on painonappikuvake, jota hiirellä napauttamalla saadaan CD-levy asemasta ulos.

Useimmissa CD-ROM-asemissa on pieni reikä, jota käyttämällä CD-levy saadaan ulos vaikka virtaa ei asemassa olisikaan. Reikään työnnetään ohut rautalanka, esimerkiksi suoraksi taitettu paperiliitin, jolloin CD-levy ponnahtaa ulos. Tällaista mekaanista pikapoistokytkintä voidaan hyödyntää myös, jos levy jää asemaan jumiin.

Jukebox

Useimpiin CD-ROM-asemiin voidaan syöttää vain yksi CD-levy kerrallaan, mutta jukebox-asemissa on paikat neljälle tai useammalle CD-levylle. Tällöin tärkeimpiä CD-levyjä voidaan pitää aina valmiina asemassa ja CD-levyjen vaihtotarve vähenee.

Huomaa, että vain yksi levy on kerrallaan käytettävissä. Valinta suoritetaan esimerkiksi Windows 95:n tehtäväpalkin kautta. Seuraavassa kuvassa näkyy neljän CD-levyn valintalista, joista valitaan yksi kerrallaan käyttöön napauttamalla levyn nimeä.



Kuva: CD-levyn valinta jukebox-asemasta.

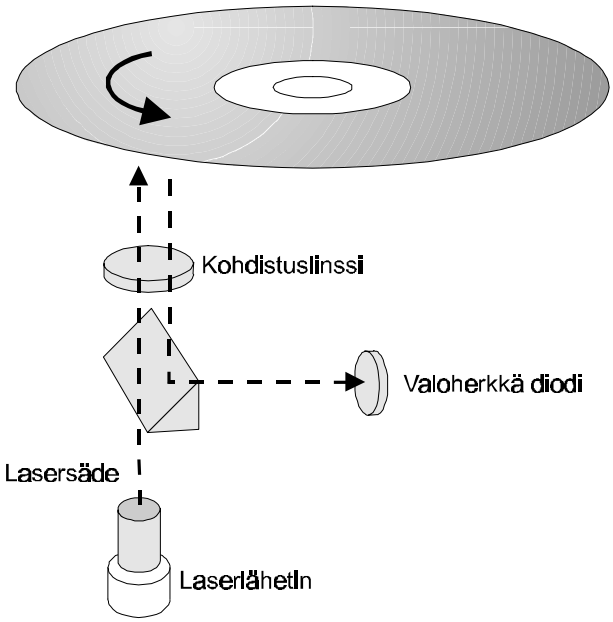
CD-ROM-aseman toiminta

Tiedon lukunopeus CD-levyltä on vakio, mistä syystä CD-levyn pyörimisnopeus muuttuu riippuen siitä mistä kohtaa CD-levyä tietoa luetaan. CD-levyä lähdetään lukemaan sen keskiosasta ulospäin spiraalinmuotoista uraa. CD-levyn pyörityksestä huolehtii tarkka sähkömoottori.

CD-soittimissa ja CD-ROM-asemissa käytettävä laservalo on väriltään punainen, jonka aallonpituus 780 nm. Paksuudeltaan lasersäde on yksi mikrometri. Valolähteenä käytetään laseria, koska sen aallonpituus on vakio. Laservalo tuottaa halutun paksuisen terävän valolähteen.

Laservalo suunnataan tiettyyn levyn kohtaan linssien ja prismojen avulla. Kaikki luku- ja kirjoitustoiminnot CD-asemassa tehdään valon ja peilien avulla. Magneettisuutta, kuten kiintolevyissä, ei käytetä missään vaiheessa.

Laservalon kulkua CD-levyn pinnalla seurataan aikaan verrannollisena tekijänä. Kun valo ei heijastukaan takaisin nystyröiden etu- ja takareunasta, on kyseessä 1-bitti. Aina kun valo heijastuu takaisin on kyseessä 0-bitti. Ajan perusteella seurataan myös peräkkäisten bittien määrää.



Kuva: CD-levyn lukumenetelmä.

CD-levyn pinnasta takaisin heijastuva laservalo ohjataan linssien ja prismojen avulla valoherkälle diodille. Diodi tunnistaa siihen osuneen valomäärän. Jos valo on voimakas, on levyltä luettu tasainen alue. Jos valo on heikko, on osuttu nystyrän reunaan, koska CD-levyllä oleva nystyrä heijastaa suuren osan siihen tulevasta valosta sivuun eikä takaisin valon lähtöpisteeseen.

Useimmissa uusissa CD-laitteissa on automaattinen linssinpuhdistusmekanismi. CD-levyn syöttöaukosta pääsee pölyä koneistoon ja linssille ja se voi häiritä lukutapahtumaa. Linssin puhdistaminen itse olisi työläs ja hankala toimenpide.

Kun CD-levyltä on luettu informaatio, ei se ole vielä valmis toistettavaksi tai kuljetettavaksi tietokoneelle. CD-levylle tieto on tallennettu 14-bittisenä, tallennusmenetelmän vaatimusten vuoksi. Koska CD-levyllä on hyvin pienet nystyrät, varmistetaan tiedon oikeellisuus sijoittamalla aina vähintään kaksi 0-bittiä 1-bittien väliin.

Kyseessä on EFM-koodi *(Eight to Fourteen Modulation)*, joka nimenkin perusteella tarkoittaa 8-bittisen koodin muuntamista 14-bittiseksi. Jokaisen 14 bitin perään laitetaan vielä kolme lisäbittiä, jotta tieto on helpompi lukea ilman virheitä CD-levyltä.

Lukuvaiheessa 14-bittinen koodi on vastaavasti käännettävä takaisin 8-bittiseksi eli yksittäisiksi tavuiksi. Dekooderi hoitaa tämän käännöstyön. Seuraava toiminto riippuu siitä, onko kyseessä CD-soitin tai CD-ROM-asema.

CD-soittimessa digitaalinen suodatin suodattaa häiriöt pois, jonka jälkeen DAC-konvertteri *(Digital-Analogue Converter)* muuttaa informaation analogiseksi. Tällöin levyllä oleva tieto muuttuu korvin kuultavaksi ääneksi kaiuttimien kautta.

CD-ROM-asemassa tieto kuljetetaan dekooderin jälkeen suoraan eteenpäin, sillä tietokone käsittelee tietoa digitaalisessa muodossa.

CD-R-aseman toiminta

CD-R-asemat (*CD Recordable*) kykenevät tallentamaan CD-R-levylle kuumentamalla voimakastehoisella lasersäteellä levyn suojapinnan alla olevaan tallennuskerrosta. Kerroksen metalli värjäytyy ja sen valonheijastuskyky muuttuu. Näin voidaan CD-R-levylle merkitä ykkösbitit. Nollabitit

jätetään merkitsemättä eli levyn tyhjä pinta vastaa nollabittiä.

Tallennukseen käytetty CD-ROM-levy on erikoisvalmisteinen (CD-R). Tavalliset CD-ROM-levyt eivät kelpaa tallennukseen, vaikka niissä olisi vapaata tilaa, sillä ne on tehty mekaanisesti prässäämällä muovista eikä niissä käytetty materiaali sovellu CD-R-asemalle.

Nopeus

CD-ROM-aseman nopeuteen vaikuttaa tiedonsiirtonopeus, hakuaika ja puskurimuisti. Tiedonsiirtonopeus riippuu levyn pyörimisnopeudesta. CD-ROM-asemat jaetaan levyn pyörimisnopeuden ja tiedonsiirtonopeuden perusteella eri luokkiin oheisen taulukon mukaan.

CD-ROM-asemien nopeudet		
1X	Perusnopeus	150 kt/s
2X	Tuplanopeus	300 kt/s
3X	Kolmoisnopeus	450 kt/s
4X	Neloisnopeus	600 kt/s
6X	Kuutoisnopeus	900 kt/s
8X	Kahdeksankertainen nopeus	1200 kt/s
10X	Kymmenkertainen nopeus	1500 kt/s
12X	Kaksitoistakertainen nopeus	1800 kt/s

Kaikki CD-ROM-asemat kykenevät myös 150 kt/s tiedonsiirtonopeuteen, jota käytetään CD-äänilevyjä soitettaessa.

Edellä mainitut CD-ROM-asemat toimivat CLV *(Constant Linear Velocity)* -tekniikalla eli levyn pyörimisnopeus vaihtelee, mutta tiedonlukunopeus on vakio. Mitä sisemmältä osalta CD-levyä luetaan, sitä suurempi on pyörimisnopeus.

Näitä nopeammat CD-ROM-asemat käyttävät jotakin seuraavista tekniikoista:

- ZCLV *(Zoned Constant Linear Velocity)*
- P-CAV *(Partial Constant Angular Velocity)*

ZCLV-tekniika on johdettu CLV:stä, mutta siinä tiedonluvun nopeus vaihtelee levyn kohdasta riippuen.

CAV *(Constant Angular Velocity)* -tekniikkaa käytetään kiintolevyissä ja levykeasemissa, mutta ei CD-ROM-asemissa. CAV:ssa levyn pyörimisnopeus on aina vakio.

CAV:sta johdettua P-CAV-tekniikkaa käytetään nopeissa CD-ROM-asemissa. P-CAV:ssa levyn pyörimisnopeus on jaettu lohkoihin. Jokaisessa lohkossa pyörimisnopeus on vakio, mutta eri lohkojen pyörimisnopeudet ovat erisuuruisia.

Uudet 16x ja sitä suuremmalla nopeusmerkinnällä olevat CD-ROM-asemat käyttävät siis ZCLV- tai PCAV-tekniikkaa. On huomattava, että nopeus ei aina ole todellisuudessa niin suuri kuin on ilmoitettu. Syynä on se, että ilmoitettu nopeus on optimaalisin tulos luettaessa tietoa levyn tietystä kohdasta. Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus 20x-asemalla saattaa olla jopa hitaampi kuin 12x-asemalla, joka käyttää perinteistä CLV-tekniikkaa.

12x-asemiin asti nopeudet ovat olleet lähellä ilmoitettua ja asemat keskenään hyvin tasaväkisiä. Tätä suurempia nopeuksia omaavilla asemilla todelliset nopeuserot ovat hyvinkin erilaisia.

CD-ROM-asemien hakuajat vaihtelevat välillä 100 - 250 millisekuntia. Hakuajat ovat selvästi hitaampia kuin kiintolevyissä, joissa päästään alle 10 millisekunnin.

Useissa CD-ROM-asemissa käytetään **purskesiirtoa** (*Burst Tranfer, Burst Mode*), jolla siirtonopeudet voivat hetkellisesti kohota asemasta riippuen yli 4 megatavuun sekunnissa. Purskesiirrossa CD-ROM-asema siirtää tietoa tavallista suuremmissa lohkoissa.

Liitännät

CD-ROM-asema vaatii toimiakseen ohjaimen, jossa sijaitsee elektroniikka tiedon siirtoa ja käsittelyä varten. Nykyisin CD-ROM-asemat kytketään joko IDE- tai SCSI-väylään. Vanhemmat CD-ROM-asemat vaativat oman ohjainkortin, joka asennetaan mikron korttipaikkaan.

Joitakin CD-ROM-asemia valmistetaan liitettäväksi PCMCIA-paikkaan tai rinnakkaisliitäntään.

Oma liitäntä

Monien vanhempien tuplanopeus-CD-ROM-asemien mukana tulee aseman valmistajan oma ohjainkortti, joka toimii vain kyseisessä asemassa. Etuna on kortin edullisuus ja usein myös helppo asennettavuus. Näihin ohjainkortteihin voidaan mallista riippuen asentaa yhdestä seitsemään CD-ROM-asemaa. Kaikkien tällaiseen korttiin asennettavien asemien on oltava samaa tyyppiä.

Joidenkin CD-ROM-asemien mukana voi tulla useammallekin asemalle sopiva ohjainkortti. Tällaisia kortteja on muunmuassa Panasonicille, Mitsumille ja Sonylle sopiva malli. Jokaiselle asematyypille on oma tieto- ja audiokaapelilähtönsä. Korttiin voidaan asentaa kerrallaan vain yksi CD-ROM-asema.

IDE-liitäntä

Yleisin CD-ROM-asemissa oleva liitäntätyyppi on IDE. IDE pystyy ohjaamaan kahta IDE-oheislaitetta ja laajennettu IDE neljää IDE-oheislaitetta.

IDE-ohjaus voi olla ohjainkortilla tai uudemmissa mikroissa liitännät sijaitsevat suoraan emolevyllä.

IDE on tarkoitettu alunperin kiintolevyille, mutta ATAPI-yhteensopivat CD-ROM-asemat voidaan myös kytkeä IDE-liitäntään.

Laajennetusta IDE-liitännästä lähtee kaksi lattakaapelia, joihin molempiin voidaan kytkeä kaksi oheislaitetta.

SCSI-liitäntä

Kalliimmat CD-ROM-asemat valmistetaan SCSI-liitännällä, jolloin vaaditaan SCSI-kortti tietokoneeseen. SCSI-kortteja löytyy kaikille väylätyypeille. SCSI-korttiin voidaan asentaa seitsemän kappaletta mitä tahansa SCSI-laitteita valmistajasta riippumatta. Erillisiä ohjainkortteja ei tarvita jokaiselle lisälaitteelle.

SCSI:n haittoina on aseman ja varsinkin ohjainkortin kalleus. Hyvä SCSI-kortti maksaa kaksi kertaa enemmän kuin edullinen CD-ROM-asema ohjainkortteineen. SCSI-CD-ROM-aseman etuna on sen yhteensopivuus kaikkiin käyttöjärjestelmiin, helppo siirtää ja asentaa toiseen mikroon ja aseman nopeus.

PCMCIA-liitäntä

PCMCIA-liitäntä löytyy lähes kaikista uudehkoista kannettavista mikroista. Sen avulla myös CD-ROM-aseman kytkeminen on helppoa. PCMCIA-kortti sisältää ohjauselektroniikan, joten mitään muuta ohjainkorttia ei tarvita. CD-ROM-asema kytketään PCMCIA-korttiin ja asennus on valmis.

Aivan näin helppoa käyttö ei kannettavissa mikroissa ole, sillä on muistettava sähkön tarve. CD-ROM-asema vaatii ulkoisen virtalähteen tai sitä voi käyttää paristoilla. Paristot kuluvat suhteellisen nopeasti loppuun, joten niitä ei kannata käyttää kuin todella tärkeissä tilanteissa.

Rinnakkaisliitäntä

CD-ROM-asemia tehdään myös rinnakkaisliitäntään liitettäväksi. Tällöin CD-ROM-asema on ulkoinen malli. Rinnakkaisliitännän etuna on helppo liitettävyys ja se löytyy jokaisesta mikrosta. Haittapuolena se on selvästi hitaampi kuin muut ratkaisut.

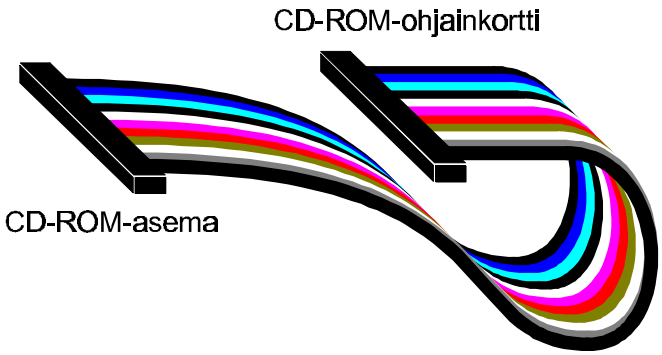
Mikrossa on lisäksi usein vain yksi rinnakkaisportti, jossa on kirjoitin kytkettynä. Useimmissa CD-ROM-aseman liitäntäkappaleissa on ohitus kirjoittimelle, jolloin liitäntää ei tarvitse vaihtaa tulostuksen ajaksi.

Kaapelit

CD-ROM-asemaan liitetään ohjaimesta tieto- ja audiokaapeli. Tietokaapelissa siirretään CD-ROM-asemasta tiedot mikron keskusmuistiin. Audiokaapelin avulla voidaan kuunnella audiolevyjä stereoiden tai äänikortin kaiuttimien kautta.

Tietokaapeli

Tietokaapeliliitäntä on 34-, 40- tai 50-pinninen liitäntä, jossa pinnit on kahdessa rivissä. Johto on sisäisissä asemissa lattakaapelina, jossa kaikki johdot ovat rinnakkain. Ulkoisissa asemissa käytetään pyöreätä hyvin eristettyä johtoa, jonka sisällä kaapelijohtimet kulkevat.

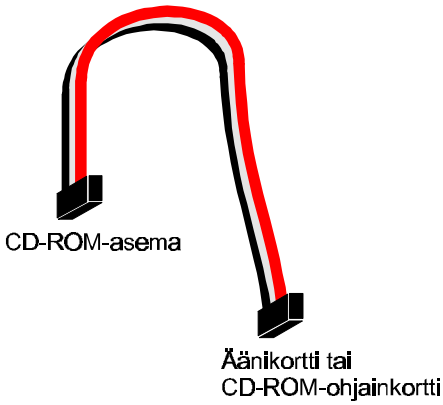


Kuva: Tietokaapeli.

Yleisin tietokaapelin leveys on 40 johtoa, joka on sama kuin IDE-liitännässäkin. Jotkut valmistajat tekevät omaan asemaansa hiukan supistetumman kaapelin ja liittimet, joissa on 34 johtoa. SCSI-CD-ROM-asemissa on aina 50-johtoinen lattakaapeli. Lattakaapelien leveyksillä ei ole merkitystä suorituskykyyn. Itse aseman ja ohjaimen rakenne sen sijaan vaikuttaa CD-ROM-aseman nopeuteen.

Audiokaapeli

Audiokaapeliliitäntä kytketään CD-ROM-asemasta äänikorttiin, jolloin CD-äänilevyjä voidaan kuunnella kaiuttimista. Audio-liitännät ovat hiukan erilaiset eri asemissa, ohjainkorteissa ja äänikorteissa, mutta toimintaperiaate on kaikissa sama.



Kuva: Audiokaapeli.

Audioliitännässä on aina vasemman ja oikean kanavan johdot. Lisäksi siinä on kaapelointimallista riippuen yksi tai kaksi maajohtoa, jotka saattavat sijaita eri järjestyksessä. Yleensä kaapelinipun musta tai ruskea on maajohto. Tarkistamalla ohjekirjasta audiojohtojen järjestys, voidaan erilaisia asemia kytkeä eri äänikortteihin.

Levyt

CD *(Compact Disc)* on vuonna 1978 Philipsin ja Sonyn yhdessä kehittämä massamuistimedia. CD-levy oli aluksi tarkoitettu musiikin kuunteluun, mutta sen ominaisuudet ovat erinomaiset myös tietokonepuolelle. Tietokoneissa CD-levy on paras tapa levittää suurta tietomäärää edullisesti.

CD-levyt voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

- Äänilevyt (Audio-CD) sisältävät musiikkia, jota kuunnellaan tavallisesti stereoihin kytketyillä CD-soittimilla. Myös tietokoneissa voidaan näitä levyjä soittaa.

- Tietolevyt (CD-ROM) sisältävät tietokoneilla tallennettua tietoa. Tietolevyissä voi olla ääntä ja tietoa eri raidoilla. Lisäksi ääni voi olla myös tallennettu tiedostomuotoon, jolloin sitä voidaan soittaa tehtävään sopivalla tietokoneohjelmalla.

CD-levy on yleisin optinen levy, mutta vuonna 1997 on markkinoille tulleet ensimmäiset DVD-asemat ja -levyt *(Digital Video Disc)*. Se tulee korvaamaan CD-levyn kokonaan. CD-levyt toimivat kuitenkin myös DVD-asemissa, joten CD-levyt eivät jää aivan käyttökelvottomiksi.

MMCD-levy *(Multimedia Compact Disc)* on ollut Sonyn ja Philipsin ehdotus kehittyneemmälle optiselle levylle. SD *(Super Density)* on ollut Toshiban, Time Warnerin ja muutamien muiden ehdotus. HDCD-termiä *(High Density Compact Disc)* on käytetty ehdotuksena seuraavan sukupolven optiselle levylle. Termi on kuitenkin rekisteröity tavaramerkki Pacific Microsonicsin nimissä *(High Definition Compatible Digital)*. Termi liittyy digitaalisen äänen koodaukseen ja toistoon.

Seuraavassa taulukossa on CD- ja DVD-levyjen ominaisuuksien vertailu.

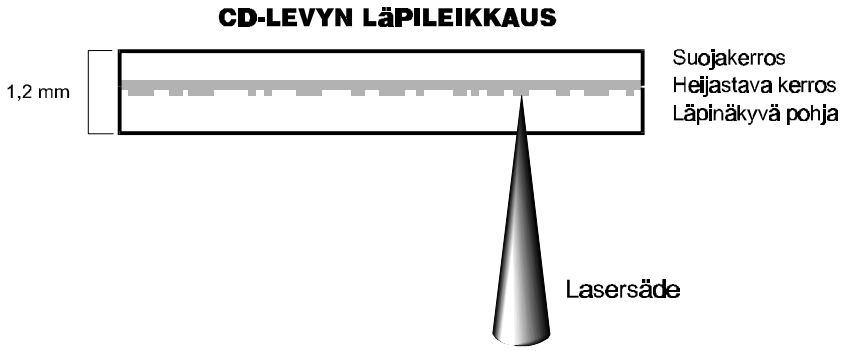
CD- ja DVD-levyjen rakenne		
	CD	**DVD**
Levyn halkaisija	120 mm	120 mm
Levyn paksuus	1,2 mm	1,2 mm
Kerroksia	1	2
Urien väli	1,6 mm	0,74 mm
Pienin nystyrän koko	0,83 mm	0,4 mm
Lukupään nopeus	1,2 m/s CLV	4 m/s CLV
Kapasiteetti	650 Mt	8,5 Gt
Tiedonsiirtonopeus	150-1200 kt/s	1100 kt/s

Laser-valon aallonpituus	780 nm	650 ja 635 nm

CD-levy

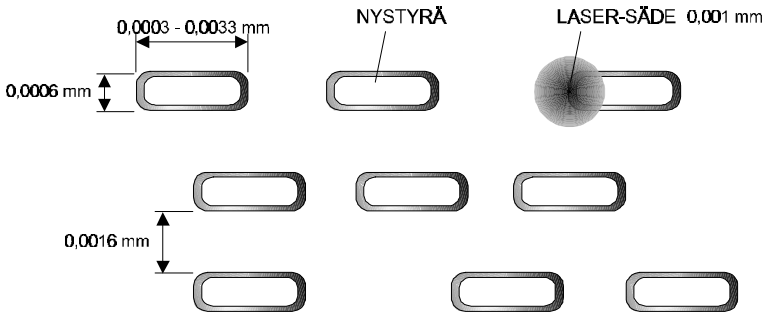
CD-levyn pohjana on muovinen polykarbonaattilevy, joka on päällystetty ohuella alumiinikerroksella. Alumiinikerroksessa on CD-levyn sisältämä tietoinformaatio. Päällimmäisenä on ohut muovikalvo, joka suojaa alumiinikerrosta vahingoittumiselta.

Tietoa luettaessa lasersäde läpäisee muovikerroksen ja heijastuu vasta alumiinikerroksesta takaisin. CD-levyllä tieto voi olla tallennettuna kahdella eri menetelmällä: nystyrä tai lämpöjälki. Molemmissa menetelmissä ykkösbitti merkitään ja nollabitti jätetään koskemattomaksi tasaiseksi levypinnaksi.



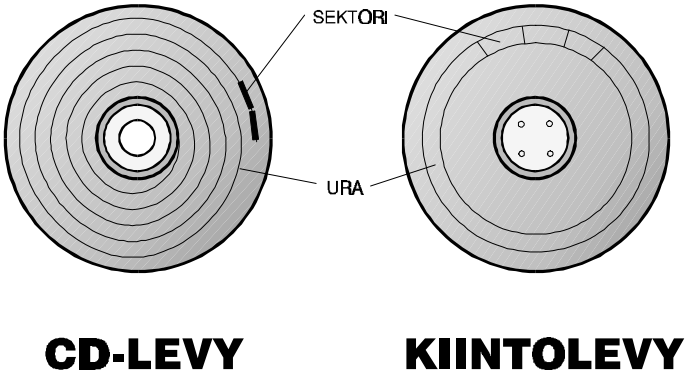
Kuva: CD-levyn läpileikkaus.

Hopeanvärisissä massatuotanto CD-levyissä tieto on merkitty levylle nystyröinä. Yhden nystyrän leveys on vain 600 nanometriä. Ihmisen hius on siten noin 50 kertaa paksumpi. Tieto on talletettu varsin pieniin yksiköihin CD-levylle.



Kuva: CD-levyn pintamerkintöjen (nystyröiden) koot.

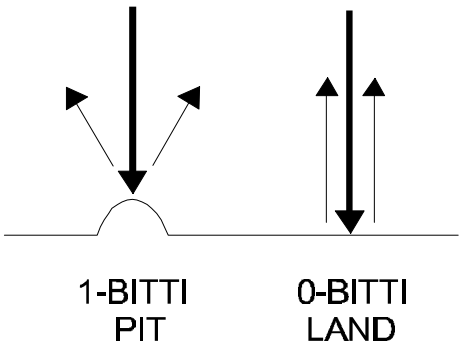
CD-ROM-levyt ovat kapasiteetiltaan yleisimmin 527 Mt (60 minuuttia) tai 650 Mt (74 minuuttia). Koska sektorin koko on aina 2 048 tavua, on erot sektorien määrissä. Pienemmässä levyssä on 270 000 ja isommassa 333 000 sektoria.



Kuva: CD-levyn ja kiintolevyn sektorointi ja urat.

Ensimmäiset CD-levyt olivat peräti 12 tuuman kokoisia halkaisijaltaan, mutta kokoa pienennettiin nopeasti nykyiseen 4,72 tuumaan eli 12 senttimetriin.

CD-levyä luetaan aina levyn alapuolelta heikkotehoisella laservalolla. Valonsäde taittuu osuessaan nystyrään ja heijastuu heikompana takaisin. Tasaiseen alueeseen osuttuaan valo heijastuu voimakkaana takaisin. Valon voimakkuudesta päätellään onko lukukohdalla ollut nystyrä (bitti 1, Pit) vai tasa-alue (bitti 0, Land).



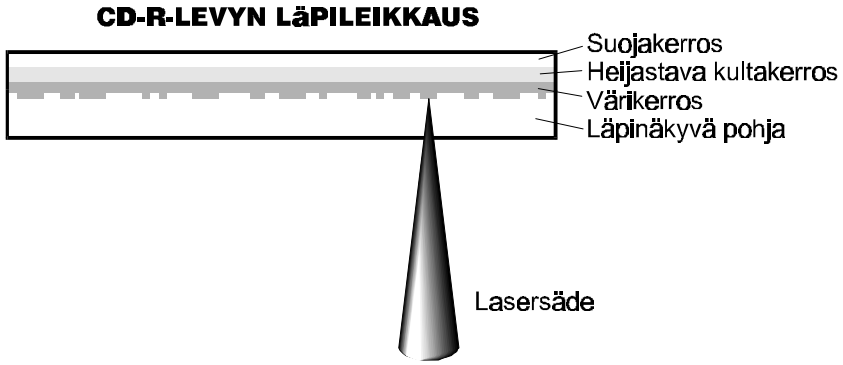
Kuva: Valon heijastuminen CD-levyn pinnan eri kohdista.

CD-levyn tieto on merkitty yhteen viiden kilometrin mittaiseen spiraaliuraan. CD-levyn spiraalia luetaan keskustasta ulkoreunalle päin. Ensimmäinen hakemisto sijaitsee siten levyn sisäreunassa. CD-levyn tietoa luetaan vakionopeudella eli tieto siirtyy aina samalla nopeudella CD-levyltä eteenpäin. Levyn pyörimisnopeus siis vaihtelee riippuen siitä, luetaanko levyn sisä- vai ulkoreunaa. Tekniikasta käytetään lyhennystä CLV *(Constant Linear Velocity)*. CD-levyn lukupää liikkuu hieman koko ajan, koska ura on spiraalimainen.

Huomaa, että yli 12x-CD-ROM-asemat käyttävät ZCLV- tai P-CAV-tekniikoita. Näistä on kerrottu luvussa CD-ROM-aseman toiminta/Nopeus.

CD-R-levy

CD-R-levyn tiedostorakenne on sama kuin CD-levyllä. Fyysisenä erona on levyn materiaali, värikerros, levyn 1-bittien muoto ja kalibrointialue.



Kuva: CD-R-levyn läpileikkaus.

Kirjoittavat CD-ROM-asemat voivat kirjoittaa tietoa CD-R-levylle, jossa on ohut kultakerros. Yleisimmin tunnettu CD-R-levy on PhotoCD. Kultakerroksen ja pohjassa olevan suojakerroksen välissä on ylimääräinen värillinen talletuskerros (Dye Recording Layer). Ykkösbitti merkitään lämmittämällä kultakerrosta lasersäteellä kyseisestä kohdasta. Kerrokset yhdistyvät ja ykkösbitin kohta värjäytyy.

Kirjoittavalla CD-ROM-laitteella tehty CD-levyn ykkösbitin värjäytynyt alue diffusoi valonsäteen samalla tavalla kuin nystyrä prässätyssä CD-levyssä. Ykkösbittiä kuvaa siis vähemmän valoa heijastava alue.

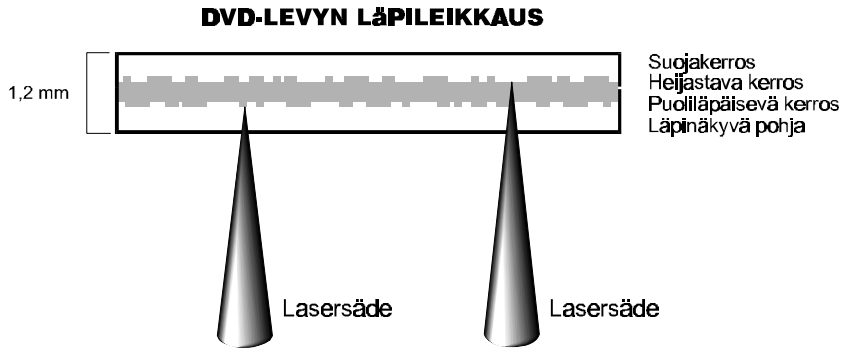
DVD-levy

Koska tavallisen CD-levyn kapasiteetti on käynyt uusille sovelluksille ahtaaksi, on kehitetty huomattavasti suurempikapasiteettisempi CD-standardi nimeltä DVD *(Digital Video Disc)*. Philips ja Sony ovat sen yhdessä kehittäneet.

Perusperiaate on sama kuin CD-levyissäkin. Bitit tallennetaan levyille nystyröinä ja tasaisina alueina. Lisäksi levyn ulkoinen koko on sama. Muissa ominaisuuksissa ne eroavatkin toisistaan, josta johtuen DVD-levy ei toimi CD-asemassa. DVD-asemat pystyvät kylläkin hyödyntämään CD-levyjä. Täten vanhat CD-levyt eivät jää hyödyttömiksi uuden aseman hankinnan jälkeen.

Huomaa, että CD-R-levyt eivät toimi DVD-asemassa. Syynä on laser-valon eri aallonpituus, jonka johdosta CD-R-levyn pinta on näkymätön DVD-asemalle. Kirjoitusta varten on kehitteillä DVD-R-levyt.

DVD-levyllä tieto sijaitsee kahdella kerroksella. Maksimikapasiteetti on 4,7 gigatavua kerrosta kohden. Kokonaiskapasiteetti on siten siis 8,5 gigatavua.



Kuva: DVD-levyn läpileikkaus.

DVD-levy vaatii uudenlaisen CD-ROM-aseman, eikä siis toimi vanhoissa CD-ROM-asemissa. Uudet asemat tulevat lukemaan myös vanhaa standardia.

Sektorit

CD-ROM-levyllä oleva spiraaliura jakaantuu sektoreihin, jotka ovat 2 352 tavua pitkiä. Sektorit voivat olla kolmea erilaista tyyppiä

- Mode 0
  2 336 tyhjää
  (tyhjä CD-levy)

- Mode 1
  2 048 tavua tietoa
  276 tavua virheenkorjaustietoa

- Mode 2 (ääni)
  2 336 tavua tietoa
  sisältää videokuvaa tai tekstiä (XA, PhotoCD, CD-i)

CD-ROM-levyt ovat kooltaan yleisimmin 527 tai 650 Mt. Koska sektorin koko on 2 048 tavua, on erot sektorien määrissä. Pienemmässä levyssä on 270 000 ja isommassa 333 000 sektoria.

CD-levyjen sektorit ja koot

	tavua/ sektori	sektorei-ta	levyn koko/ tavua	levyn ko-ko/ megata-vua	levyn koko/ minuuttia
CD-levy 1	2 048	270 000	552 960 000	527	60
CD-levy 2	2 048	333 000	681 984 000	650	74

Entä, mistä tulevat 680 megatavun CD-levyt? Vastaus on siinä, että jotkut valmistajat pyöristävät tavu määrä megatavuiksi, vaikka yksi megatavu onkin 1 048 576 tavua. Todellinen megatavumäärä on siis pienempi, sillä kyse on 650 megatavun CD-levystä.

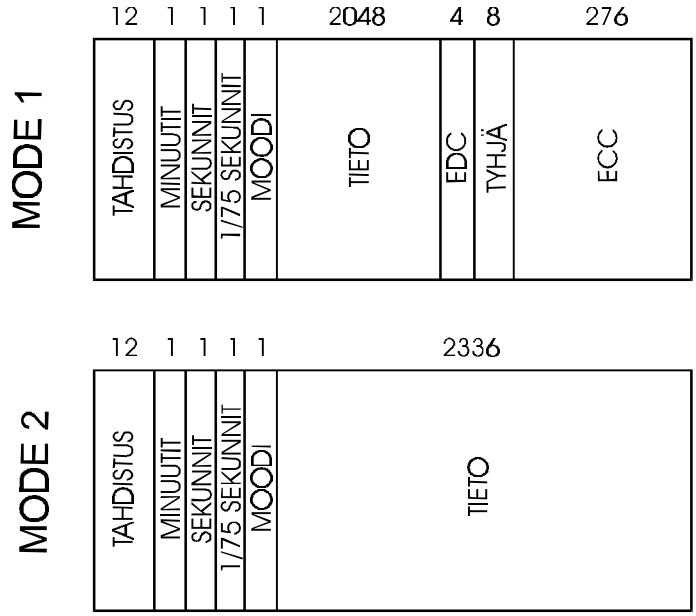
CD-levy voi maksimissaan olla 742 megatavua. Luku saadaan, kun käytetään kaikki sektorin 2 336 tavua sekä 333 000 sektoria. Tietokoneissa kyseistä levyä ei ole mahdollista käyttää.

8. Apumuistit

Koska CD-levyllä on 75 sektoria sekuntia kohti, saadaan 650 megatavun CD-levyn pituudeksi ajallisesti 74 minuuttia.

333 000 sekt * (1 s / 75 sekt) = 4 440 sekuntia = 74 minuuttia

Vastaavasti 527 megatavun CD-levyn pituudeksi tulee 60 minuuttia.



Kuva: Mode 1 ja 2 -sektorointien rakenteet.

Jokaisella sektorilla on osoite minuutteina, sekunteina ja 1/75 sekunteina. Lukuarvotiedot sijaitsevat jokaisen sektorin alussa. CD-ROM-aseman mikroprosessori laskee näiden tietojen avulla oikean aloitussektorin tietoa luettaessa.

Mode 1 -sektorit sisältävät 2 352 tavua tietoa. Lohkossa on 12 tavua tahdistustietoa, 3 tavua osoitetietoa, 1 tavu modevalinta, 2 048 tavua käyttäjän lisäämää tietoa ja 288 tavua virheenkorjaustietoa.

Mode 2 -sektorit sisältävät myös 2 352 tavua tietoa. Tahdistus- ja otsikkolohkot ovat samat, mutta 2 336 tavun tieto-osio sisältää käyttäjän lisäämää tietoa kokonaisuudessaan eikä virheenkorjauslohkoa ole.

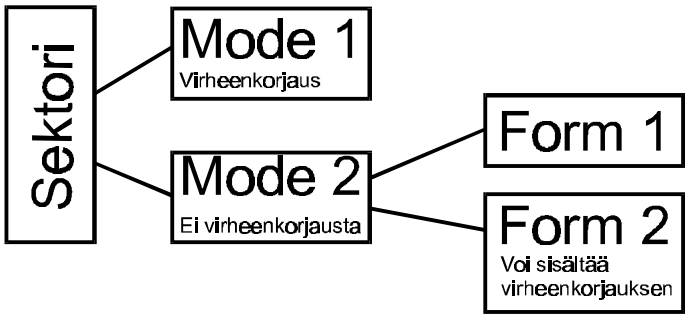
CD-äänilevyt sisältävät vain Mode 2 -sektoreita ja CD-ROM-levyt voivat sisältää sekä Mode 1 että Mode 2 -sektoreita.

CD-ROM-XA standardi jakaa Mode 2:n vielä kahteen lohkoon: Form 1 ja Form 2.

- Form 1 sisältää tietoa 2 048 tavua ja on oikeastaan vastaavanlainen kuin Mode 1 lohko.

- Form 2 sisältää tietoa 2 328 tavua ja se muistuttaa Mode 2 sektoria. Kahdeksan tavun ero Mode 2:n ja Form 2:n välillä sisältää Form 2:ssa tiedon siitä, onko talletettu tieto audio/video tai tekstitietoa.

Form 1 ja Form 2 -lohkojen sijaitessa samassa sektorissa mahdollistaa kaiken mahdollisen tietomuodon esittämisen yhdessä sektorissa. Etuna on esimerkiksi äänen ja videon yhtäaikainen luku ja esittäminen.



Kuva: Sektorin jakomahdollisuudet.

Virheet

Sekä audio- että CD-ROM-levyt tarvitsevat monimutkaisen menetelmän varmistaakseen tiedon virheettömän kulun. Ensimmäisenä on oltava virheentunnistus, jonka jälkeen virhe korjataan mahdollisuuksien mukaan.

Virheenkorjaus on välttämätön, vaikka tieto levyllä olisikin täysin virheetöntä. Pöly, naarmut ja sormenjäljet aiheuttavat helposti virheitä tiedon luvussa.

CD-äänilevyissä käytetään yksinkertaista virheenkorjausta, koska pienillä virheillä ei ole merkitystä. Ihmisen korva ei erota hyvin pieniä äänen muutoksia äänen toistossa. Joissakin CD-soittimissa saattaa tosin olla hyvinkin monimutkainen virheenkorjaus, joka tasoittaa naarmun aiheuttaman voimakkaasti raksahtavan äänen. Hyvä häiriöitä estävä korjausjärjestelmä näkyy yleensä laitteen korkeana hintana.

CD-äänilevyllä käytetään CIRC *(Cross-Interleaved Reed-Solomon Code)* tarkistusta, joka on kehitetty CD-levyjä varten. Sen tehtävänä on estää pölyn ja tahrojen aiheuttamat lukuvirheet. Virheiden todennäköisyys CIRCin avulla on noin yksi virhe kuukaudessa. Ilman virheenkorjausta lukuvirheitä saattaisi olla jopa useita sekunnissa.

CD-ROM-levyillä käytetään monimutkaisempaa virheentarkistusmenetelmää. Yhdenkin bitin virhe CD-levyltä luettaessa estää kyseisen ohjelman tai tiedoston käyttämisen. CD-ROM-levyltä luetun tiedon pitää olla täysin virheetöntä.

Ratkaisuksi on kehitetty EDC/ECC virheenkorjaus. EDC *(Error Detection Code)* on 4 tavun mittainen virheentunnistuslohko sektorissa. ECC *(Error Correction Code)* on 276 tavun mittainen virheenkorjauslohko sektorissa. Lisäksi virheentarkistus vaatii 8 tyhjää tavua. CD-ROM-levyn sektoriin mahtuu täten 288 tavua vähemmän varsinaista tietoa kuin audiolevyjen sektoriin.

Virheen tunnistus toimii siten, että jokaisen sektorin tiedosta lasketaan taulukon avulla pysty- ja vaakatarkistussummat. Jos virhe havaitaan eli tarkistussummat ei vastaa toisiaan, löytyy virheellinen kohta tarkistussummien risteyskohdasta. Tällöin virheenkorjausmetodi pystyy laskemaan oikean arvon tarkistussummien perusteella.

Näin virheenkorjaus toimii siis optimaalitapauksessa eli vain yksi virhe on havaittu. Jos virheitä on samassa sektorissa useita, on virheenkorjaus

monimutkaisempaa. Yleensä käytetäänkin LECC *(Layered Error Correction Code)* -menetelmää. Siinä käytetään hyväksi myös poikittain meneviä tarkistussummia.

Jos virheenkorjaus ei onnistu, ilmoitetaan levyn lukuvirhe. Näitä virheitä tulee CD-ROM-levyjen käytössä äärimmäisen harvoin.

Kun CD-ROM-levyillä käytetään monipuolista virheenkorjausta, on virheiden todennäköisyys käytännössä nolla. Jos levy on esimerkiksi pahasti naarmuuntunut, ei virheenkorjauskaan silloin enää auta.

Kestävyys

CD-levyt eivät kestä ikuisesti, vaikka niin äkkiseltään luulisikin. Tavallinen monistettu hopeanvärinen CD-levy kestää vain 10 - 15 vuotta.

Toisaalta se on pitkä aika, koska tekniikka muuttuu niin nopeasti, että 10 vuoden päästä tuskin samoja ohjelmia käytetään. Mutta valokuvakirjastot ja muut vastaavat kokoelmat olisi hyvä säilyttää vielä seuraavillekin sukupolville. Tärkeät tiedot on siis syytä varmistaa, jotta yllätyksiä ei tulisi.

Levyjen heikentyminen koskee myös musiikki-CD-levyjä. Niissä tosin äänenlaatu vain hieman heikkenee ja toistoon saattaa tulla lyhyitä katkoksia. Jossain vaiheessa levy ei ole kuitenkaan enää käyttökelpoinen.

Mistä CD-levyjen heikkeneminen sitten johtuu?

CD-levyä ei käytetä fyysisesti kuten LP-levyä ja osittain kiintolevyä. Tiedon katoaminen johtuukin alumiinikerroksen hapettumisesta. Suojana olevat muovikalvot eivät estä kokonaan ilman vaikutusta metallikerrokseen. Siinä olevat nystyröiden ja tasaisten alueiden erot tasaantuvat ja CD-asema ei pysty enää tunnistamaan niiden eroja.

Jotkut CD-levyt on tehty hiukan eri tekniikalla ja saattavat kestää satakin vuotta. Lähes kaikki tavalliset musiikki- ja CD-ROM-ohjelmalevyt ovat kuitenkin tehty tavallisella tekniikalla.

Entäs CD-R-levy? Sehän on tehty kullasta, eikä kulta hapetu.

CD-R-levy kestää hapetusvaikutukset, mutta tiedon tallennustekniikka on erilainen kuin moniste-CD-levyillä. Tieto on tallennettu CD-R-levylle pinnan muutoksina lämmön avulla. Tällä tavalla muodostettu 1-bitti ei ole täysin pysyvässä tilassa. Esimerkiksi auringon lämpö saattaa vaikuttaa heikommin muodostuneisiin 1-bitti-kohtiin.

Materiaalit paranevat kuitenkin koko ajan, joten jossain vaiheessa CD-levyt voivat olla hyvinkin pitkäikäisiä. Nyt on vain tyydyttävä varmistamaan kaikki tärkeä tieto.

Pakkaukset

CD-levy on yleensä pakattu muovisiin Jewel-koteloihin. Kotelo on sama kuin musiikki-CD-levyissäkin. Jewel-kotelosta löytyy myös kaksiosainen ratkaisu, jolloin kaksi CD-levyä mahtuu yhteen koteloon.

Koska hinta on ratkaiseva tekijä myös CD-sovelluksissa, ovat jotkut ohjelmien CD-levyt pelkässä pahvi- tai paperikuoressa. Tietotekniikkalehtien mukana jaetaan myös varsin usein CD-levyjä, jotka ovat lähes poikkeuksetta kääritty pelkkään muoviin.

Kirjojen mukana tulevien CD-levyjen pakkaustapa vaihtelee. Joissakin on CD-levy on Jewel-kotelossa. Useimmin CD-levy kirjan takakannen sisäpuolella paperi- tai muovitaskussa.

Irrallaan olevia CD-levyjä on hankala käsitellä. Pahvikotelossa CD-levy säilyy hyvin, mutta kun niitä on samassa pinossa useita kymmeniä, on tietyn ohjelman löytäminen hankalaa.

Jewel-koteloita saa ostettua tavarataloista ja musiikkikaupoista. Ne ovat kuitenkin suhteellisen kalliita. Jos löydät halpoja noin viiden markan musiikki-CD-levyjä, osta niitä, vaikket siitä musiikista pitäisikään. Saat tällöin kotelon tietokoneen CD-levylle halvemmalla kuin erikseen ostamalla.

Standardit

Ensimmäisissä CD-ROM-asemissa eivät toimineet juuri mitkään muut kuin kyseisen valmistajan tekemät CD-levyt. Jokainen valmistaja käytti omaa tietojen tallennustapaa ja hakemistorakennetta. Levyjen määrä oli vähäinen ja niiden hyödyntäminen oli sitäkin hankalampaa. Tarvittavat levyt ja asema olisi pitänyt ostaa oikeastaan samaan aikaan.

Vasta myöhemmin CD-ROM-valmistajien sopimat yhteiset standardit määrittelivät yhdenlaisen tallennustavan CD-levyille. Määritelmän tärkein kohta oli CD-levyn tiedon järjestelytapa.

Yhteisen standardin myötä CD-levyjä kannatti valmistaa suuriakin eriä edullisesti. Jokainen levy toimii jokaisessa kyseistä standardia käyttävässä asemassa. Ilman yhteistyötä ja hyväksyttyä standardia vielä tälläkin hetkellä CD-levyt olisivat epäyhteensopivia ja kalliita vailla massatuotantoa.

Kirjat

CD-ROMin kehityksen standardit kulkevat eriväristen kirjojen nimellä. Kukin kirja sisältää tietyn standardin määritelmät. Ne määrittelevät kuinka tieto tallennetaan CD-levylle ja kuinka CD-ROM-asema lukee tiedon sieltä.

Kirja	**Standardi**
Red Book	CD-DA (Digital Audio)
Yellow Book	CD-ROM
Green Book	CD-i, CD-XA
Orange Book	CD-R
White Book	Video CD

Kirjat (standardit) ovat kehittyneet ajan ja vaatimusten myötä. Alussa CD-levyille tallennettiin vain ääntä, jonka tallennusmetodit määrittelee punainen kirja. Kun CD-levyä alettiin hyödyntää tietokoneissa, tarvittiin uudet määritykset, jotka kulkevat keltaisen kirjan nimellä.

Kun uusi yhteisesti hyväksytty standardi on saatu valmiiksi, hyödyntää se niin ohjelmistojen kuin laitteistojenkin valmistajia, puhumattakaan loppukäyttäjistä. Helposti hyödynnettävien tarvikkeiden määrä kasvaa ja

hinnat saadaan mahdollisimman edullisiksi.

MSCDEX

MSCDEX tiedoston tehtävänä on liittää CD-ROM-asema DOS-käyttöjärjestelmään. DOS ei suoraan tue CD-ROM-asemia, joten MSCDEX on välttämätön. Se tulee yleensä kaikkien CD-ROM-asemien mukana. MSCDEX seuraa myös DOSin mukana alkaen versiosta DOS 6.

Windows 95:ssä ja Windows NT:ssä CD-ROM-aseman tuki on jo käyttöjärjestelmässä.

ISO 9660

ISO *(The International Standards Organization)* hyväksyi keltaisen kirjan määritykset, jota CD-ROM-asemien valmistajat alkoivat noudattamaan. ISO sisältää hyvin vähän määrityksiä CD-levyn rakenteelle. Tästä johtuen ISO 9660 on varsin suppea standardi, eikä se ratkaissut kaikkia ongelmia. Se määritteli ainoastaan hakemistorakenteen VTC (Volume Table of Contents), levyn koon, urien määrän ja lasersäteen voimakkuuden. Varsinaisen tiedon muoto oli kuitenkin valmistajien itse määriteltävissä ja toteutettavissa. Hakemistoja saa ISO 9660 -standardin mukaan olla vain yksi.

ISO 9660 simuloi CD-levyä, kuten käytössä olisi tavallinen kiintolevy. Ainoastaan vapaan tilan määrä on nolla tavua, joka myös ilmoittaa käyttäjälle että tilaa ei ole talletuksiin. Hakemistot ja tiedostot näkyvät samanlaisena kuin kiintolevyillä ja levykkeissä.

Microsoftin MSCDEX-ohjelma tarvitaan, jotta ISO 9660 tiedostorakenne voidaan kääntää DOS-tiedostorakennemuotoon. Windows 95:ssä toiminto on sisäänrakennettuna eikä käyttäjän tarvitse huolehtia siitä.

ISO 9660 määrittelee tiedostojen nimeksi 8 merkkiä, pisteen ja kolme merkkiä. Merkit eivät saa sisältää erikoismerkkejä kuten esimerkiksi ~, =, ?, + jne. Myöskään skandinaavisia merkkejä ei saa käyttää.

ISO 9660 taso 2 sallii 32 merkin mittaiset tiedostonimet. Merkkimääritykset ovat edelleen voimassa. Pitkät tiedostonimet eivät toimi kaikissa käyttöjärjestelmissä kuten esimerkiksi DOSissa.

High Sierra

Johtavat CD-ROM-valmistajat kokoontuivat 1985 ratkaisemaan yhteensopivuusongelmia. Kokouksessa päästiin yksimielisyyteen CD:n perusratkaisujen toteuttamisesta samanlailla. Uusi standardi sai nimen High Sierra -hotellin nimen mukaan, jossa kokous tapahtui.

Vasta High Sierra mahdollisti CD-levyjen massatuotannon alkamisen. Ilman kyseistä hyväksyntää, epäyhteensopivien CD-levyjen valmistus olisi vielä jatkunut. Kaikki High Sierra CD-levyt ovat edelleenkin yhteensopivia uusien asemien kanssa.

CD-DA (Red Book)

Vuonna 1983 Philips ja Sony julkaisivat CD-levyn. He määrittelivät kuinka digitaalinen ääni tallennetaan CD-levylle. Tämä määritys on Red Book -kirjassa.

Punaisen kirjan mukaista ääni-CD-levyä kutsutaan Digital Audio -CD-levyksi *(CD-DA, Compact Disc Digital Audio)*. Kaikki musiikin kuunteluun tehdyt CD-soittimet ja nykyiset CD-ROM-asemat ovat CD-DA-asemia.

Kun CD-DA-levyä luetaan tietokoneessa, määrittelee asema ensimmäisestä urasta, kumpaa tyyppiä kyseinen levy on. Audio-levyä voidaan kuunnella tavallisessa CD-ROM-asemassa joko kuulokkeilla tai äänikortin kautta kaiuttimista. Lähes kaikissa CD-ROM-asemissa on kuulokeliitäntä ja äänenvoimakkuussäädin laitteen etupanelissa.

Digitaalinen ääni tallennetaan CD-levylle 1/75 sekunnin lohkoina. Taajuutena on 44 kHz ja siten ääntä mahtuu yhdelle CD-levylle 74 minuuttia stereona.

Yhdelle levylle voidaan tallentaa 99 lohkoa eli musiikkilevyissä kappaleita. Lohkot sijaitsevat peräkkäin spiraalinmuotoisessa urassa. Levyn sisimmäinen lohko sisältää osoitetiedot jokaisesta lohkosta. Osoite on merkitty CD-levylle minuutti:sekunti: sektori-muodossa.

Suurin osa musiikkilevyistä on 60 minuutin mittaisia, vaikka 74 minuutin levykin on mahdollista toteuttaa. Haittana on levyn 5 mm reunimmaisen osion käyttö, joka on hankalahko kirjoittaa ja se on likaantumis- ja vaurioitumisarka.

CD-ROM (Yellow Book)

Keltainen kirja määrittelee CD-DA-standardiin lisäykset, jolloin tietoa (tekstiä ja ohjelmia) voidaan tallentaa CD-levylle äänen lisäksi. Mode 1 sisältää tietoa ja virheenkorjauksen. Yksikin väärin luettu bitti estää ohjelman toiminnan. Mode 2 voi sisältää tietoa tai ääntä. Mode 2 ei sisällä virheenkorjausta.

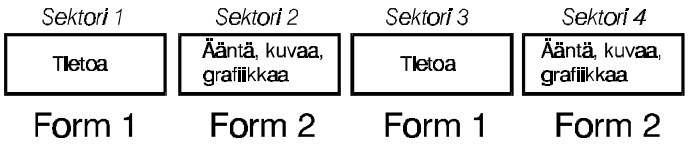
CD-levyllä voi olla molempia Mode 1 ja 2 lohkoja, mutta levyn ensimmäisenä lohkona on aina Mode 1.

CD-ROM-XA (Yellow Book -laajennus)

XA *(eXtended Architecture)* on yhteensopiva aikaisempien High Sierra ja ISO 9660 -standardien kanssa. XA on laajennettu Yellow Book -kirjasta (CD-DA) ja se sisältää osia Green Book -kirjasta (CD-i). XA suunniteltiin parantamaan CD-ROM-levyn tehokkuutta ja toimimaan siltana CD-i:n välillä.

XA poikkeaa CD-i:stä lähinnä vain playbackin puuttumisen osalta. Kun Microsoft ja Sony alkoivat voimakkaasti tukemaan XA:ta, kasvoi sen merkitys. XA lisää CD-levyn käsittelyyn lomitustekniikan: ääntä, videota ja tekstiä voidaan lomittaa keskenään.

XA-standardin mahdollistama lomitus



XA käyttää ainoastaan Mode 2 -sektoreita. Mode 2 jakautuu Form 1 ja Form 2 -lohkoihin. Form 1 sisältää 2048 tavua ja Form 2 sisältää 2324 tavua käyttäjän määrittelemää tietoa. Koska Form 1 ja Form 2 -lohkot sijaitsevat samassa sektorissa, mahdollistuu erilaisten tietomuotojen esitys yhdessä sektorissa. Etuna on esimerkiksi äänen ja videon yhtäaikainen luku ja esittäminen.

Form 1 -lohkoa käytetään tiedon tallennukseen. EDCn ja ECCn välissä olevassa 8 tavun lohkossa kerrotaan sektorissa olevan form -lohkon tyyppi (1 tai 2).

Form 2 -lohkossa käytetään myös 8 tavun tunnistuslohkoa ja EDC:lle jätetään 4 tavua. Täten videokuvalle, äänelle ja grafiikalle jää 2324 tavua tilaa.

XA-tekniikalla tarvittavat lohkot luetaan ja lähetetään mikroprosessorille, joka synkronisoi lohkot keskenään ennen toistoa. Tuloksena on nopea ja yhtäaikainen grafiikan ja äänen esitys. Ilman lomitusta luettaisiin grafiikka ja ääni peräkkäin, jolloin vasta grafiikan esityksen aikana synkronoidaan ääni mukaan. Tuloksena on hitaampi ja nykivämpi esitys kuin XA-standardilla toteutetussa CD-levyssä.

Jotta CD-ROM-asema olisi täysin XA-yhteensopiva, pitää asemassa tai ohjaimessa olla ADPCM-piiri *(Adaptive Differential Pulse Code Manipulation)*. ADPCM-piiri nopeuttaa äänen siirtoa levyltä mikroon, koska piiri purkaa pakatun tiedon mikrotietokoneen prosessorin puolesta. Lopputuloksena on jouheampi lopputulos sekä äänen että kuvan kannalta.

XA-standardin mukaan kaikki ääni tallennetaan ADPCM-muodossa Mode 2 -lohkoon. Pakkauksen avulla tilan tarve on noin 16 kertaa pienempi kuin Red Book -standardissa (audio, CD-äänilevy).

Monet CD-ROM-valmistajat mainostavat laitteensa olevan XA-ready. Tällöin se tukee multisession- sekä Mode 1 ja Mode 2 -osioita. ADPCM-piiriä ei tällöin ole käytössä. Äänen ja tiedon lomittaminen on kuitenkin mahdollista ilman täyttä XA-tukea, mutta tulos on hieman hitaampaa.

XA:n avulla ääntä voidaan pakata CD-levylle peräti 7 tuntia. Normaalilla tallennustavalla levylle mahtuu vain 74 minuuttia. Videokuvaa XA-standardi ei pakkaa.

XA määrittelee Bridge Format -standardin, jonka avulla CD-levyjä voidaan lukea niin CD-i-laitteissa kuin tavallisessa CD-ROM-asemassakin.

CD-i (Green Book)

CD-i *(Compact Disc Interactive)* on Philipsin, Sonyn ja Matsushitan suunnittelema standardi. Standardi julkistettiin helmikuussa 1986 ja se mahdollistaa interaktiivisten sovellusten käytön.

Standardi eri pelkästään määrittele tallennustapaa levylle, vaan se määrittelee myös laitteistovaatimuksia. Esimerkiksi mikroprosessori, muisti,

pakkausmenetelmät ja käyttöjärjestelmät kuuluvat määrittelyn piiriin.

CD-i-laitteet on suunnattu kotimarkkinoille liitettäväksi televisioon ja stereoihin. CD-i-laitteeseen voidaan kytkeä FMV-kortti *(Full Motion Video)*, jolloin VHS-laatuista videokuvaa voidaan katsoa televisiosta koko ruudun kokoisena.

CD-i-laitteessa voidaan käyttää seuraavanlaisia CD-levyjä:

- CD-i-ohjelmia (pelejä ja viihdettä)
- PhotoCD-levyjä
- Video CD -levyjä (White Book)
- joitakin Video CD -levyjä, jotka on tehty ennen White Book -määritystä

CD-i-ohjelmat ovat yleensä interaktiivisia ja Video CD -levyt sisältävät elokuvia.

Green Book -standardi sisältää määritykset äänen pakkausmenetelmän (ADPCM), äänen, videon ja tekstin lomitusmenetelmät sekä interaktiivisten ohjelmien käytön. Näitä ominaisuuksia käytetään myös CD-ROM-XA-standardissa.

Green Book määrittelee neljä erilaista äänen laatua

- CD-DA (Red Book)
- Hi-Fi
- Mid-Fi
- Puhe

Bridge-Disc (White Book)

Bridge-Disc Philipsin tekemä standardi, joka määrittelee kuinka CD-i-tietoa tallennetaan XA-levyille.

CD-Bridge mahdollistaa saman CD-levyn käyttämisen sekä CD-i-soittimessa että CD-ROM-XA-asemassa. CD-Bridge-levylle voidaan sijoittaa sekä CD-i että CD-XA tunnistetiedot, sillä ne sijaitsevat eri kohdissa.

Kaikki tieto on talletettu Mode 2 -muodossa tai ääni voi olla Red Book

-standardin mukainen. Mode 1 -muotoa ei voi käyttää.

Video CD (White Book)

Video CD on myös White Book -standardin määrittelemä. Standardin mukaan CD-levylle talletetaan MPEG 1 -muotoista videokuvaa. Video CD -levylle mahtuu siten 74 minuuttia VHS-tasoista videokuvaa täysikokoisena ja -nopeuksisena. Levylle ei siis mahdu monikaan normaalimittainen elokuva. Enimmäkseen Video CD:lle tallennetaankin karaoke- ja muuta vastaavanlaista esitysmateriaalia.

Koska yksi sekunti kuluttaa tilaa 5 megatavua, on videokuva pakattava CD-levylle. Pakkaamiseen käytetään MPEG 1 -standardia, joka pakkaa kuvaa noin 200:1 suhteessa. Tallennusmuotona käytetään Mode 2:n Form 2 muotoa.

Video CD:tä voidaan käyttää mikrossa, jossa on XA-yhteensopiva CD-ROM-asema ja MPEG-videokortti. Video CD:tä voidaan käyttää myös CD-i-laitteessa, jossa on FMV-laajennus.

CD-R (Orange Book)

Sony ja Philips kehittivät Orange Book -standardin vuonna 1990. Se määrittelee optisten asemien kirjoittamisen. Standardi jakautuu kahteen osaan:

- Osa 1
  CD-MO *(Magneto Optical)*

- Osa 2
  CD-R *(Recordable)*, joskus myös CD-WO *(Write Once)*

MO-tekniikka muistuttaa kiintolevyjen tekniikkaa. Molempien levyissä on samankeskiset urat ja MO-asemat saavuttavat jo kiintolevyjen nopeuksia.

MO-asemalla kirjoitetaan erikoislevylle siten, että laservalo kohdistuu 1-bittiä merkitsevään kohtaan. Se lämmittää kiteet, jotka magneettinen kirjoituspää järjestää yhdensuuntaisiksi. Luettaessa laservalo heijastuu yhdensuuntaisista kiteistä, jolloin erotetaan 0- ja 1-bitit.

MO- ja CD-R-levyillä on samaa ainoastaan tietojen tallennusmuoto.

CD-R *(Compact Disc Recordable)* standardi mahdollistaa tietojen kirjoittamisen CD-levylle. Levylle voidaan tallettaa useissa jaksoissa, joita voi olla maksimissaan 99. Kirjoitettua tietoa ei voi poistaa eikä sen päälle voida kirjoittaa. Kun levy täyttyy, sille ei voi enää tallentaa.

Jotta tietoa voidaan kirjoittaa, on tiedon oltava kiintolevyllä tai CD-levyllä.

CD-R-levyssä on ohut kultakerros, johon tieto tallennetaan. CD-R-levy on kullanvärinen kun taas tavallinen CD-levy on hopeanvärinen.

Kultakerrosta lämmitetään lasersäteellä siltä kohdalta johon halutaan merkitä ykkösbitti. Nollabittiä ei merkitä, sillä sitä kuvaa tasainen alue. Lämmitetty kulta värjäytyy ja se diffusoi valonsäteen samalla tavalla kuin kuoppa puristetussa CD-levyssä. Ykkösbittiä kuvaa siis vähemmän valoa heijastava alue.

Multi-Session

Multi-Sessionilla tarkoitetaan sitä, että CD-R-levylle voidaan kirjoittaa tietoja useissa jaksoissa. Yleisin esimerkki Multi-Session-levystä on PhotoCD, johon on talletettu valokuvia filmillinen kerrallaan. Käyttäjä ei huomaa eroa, onko levy yhteen tai useampaan kertaan kirjoitettu.

CD-R-levy voi olla neljässä eri tilassa:

- Tyhjä
- Osittain kirjoitettu, mutta levy merkitty täydeksi
- Täysin kirjoitettu
- Jaksoittain kirjoitettu

Kun Multi-Session-levyä tehdään, on toimenpide määriteltävä jo ensimmäisellä kirjoituskerralla. Muutoin levylle ei voida enää tallettaa, vaikka tilaa olisikin.

Jokaisen Multi-Session-jakson alussa aloituskohta ja tilanvaraustaulukko, keskellä on tietoalue ja lopussa on lopetuskohta. Tilanvaraustaulukko käsittää ainoastaan kyseisen jakson tiedostorakenteen. Täten Multi-Session-levyssä ei olekaan koko levyn kattavaa tilanvaraustaulukkoa levyn alussa. Tavallisessa CD-levyssä on täydellinen tilanvaraustaulukkoa (TOC).

Huomaa, että jokainen jakso kuluttaa ylimääräiset 13,5 Mt tilaa. Se menee välttämättömiin tietoalueisiin, joita kutsutaan nimillä Lead-In ja Lead-Out. Jaksoja voi olla suurimmillaan 99 kappaletta.

CD-E

CD-E *(Compact Disc Erasable)* on vielä suunnitteilla oleva menetelmä, jolla CD-E-levylle voidaan kirjoittaa sekä myös poistaa tietoja siitä.

Nykyiselle CD-R-levylle voidaan kirjoittaa ainoastaan kerran, mutta CD-E-levy onkin huomattavasti monimuotoisempi sen uudelleenkirjoituksen ansiosta. CD-E ei tule korvaamaan CD-R:ää kokonaan, koska se on huomattavasti kalliimpi.

CD-E on kirjoitustekniikaltaan lähellä Panasonicin PD-asemaa, mutta CD-E-levyä voidaan lukea kaikissa CD-asemissa ja soittimissa. PD-levy toimii vain PD-asemissa. CD-E-levyn kirjoitukseen tarvitaan tietenkin CD-E-asema.

Kodak PhotoCD

Kodak julkisti PhotoCD:n 1990 ja ensimmäiset toteutukset tulivat 1992. PhotoCD on CD-levy, joka voi sisältää 100 valokuvaa eri resoluutioilla. Jokaisesta valokuvasta on viisi eri kokoista kuvaa levyllä. Eri kuvakokoja voi käyttää eri tarkoituksiin.

Uusin on ProPhotoCD-levy, jossa on edellisten lisäksi myös 32 Base -kuvakoko. ProPhotoCD-levy mahdollistaa eri kuvaversioiden lukitsemisen salasanalla, jolloin käyttäjä voi selata kuvia pienimmillä resoluutioilla ja ostaa salasanan tarkempien kuvien avaamista varten.

PhotoCD on kullalla päällystetty levy, johon voidaan kirjoittaa tietoa kirjoittavalla CD-ROM-asemalla. Vanhan tiedon päälle ei voida enää kirjoittaa. Tieto kirjoitetaan kuumentamalla levyn sitä kohtaa lasersäteellä, johon halutaan merkitä ykkösbitti. Nollabittiä osoittaa koskematon alue. Kuumennetusta kohdasta valo heijastuu heikommin takaisin kuin tasaisesta kohdasta, jolla erotetaan nolla- ja ykkösbitit toisistaan.

Kuvia voidaan siirtää levylle yhdessä tai useammassa eri jaksossa. Vanhat CD-ROM-asemat lukevat vain ensimmäisen tallennuskerran kuvia. Ne eivät löydä toisen tai useamman tallennuskerran kuvia lainkaan. Näitä asemia kutsutaan Single-Session-asemiksi.

Uudemmat CD-ROM-asemat ovat Multi-Session-asemia ja ne lukevat kaikki tallennuskerrat. Käyttäjä ei itse huomaa tallennuskertojen välillä eroa, vaan kaikki kuvat ovat peräkkäin ja luettavissa samalla tavalla kuin kiintolevyltä.

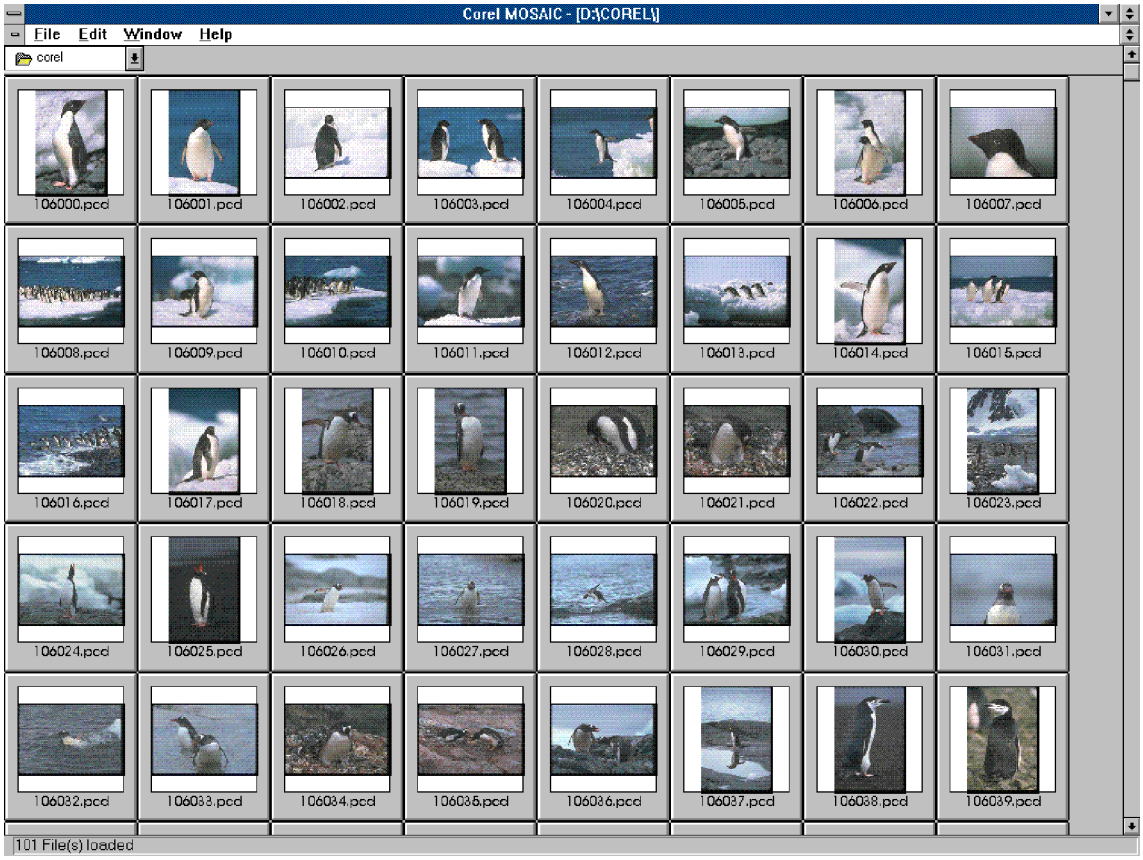
Useamman tallennuskerran etuna on, että levylle voidaan tallettaa uusia filmejä aina niiden valmistuttua. Kuvien siirtäminen PhotoCD:lle maksaa noin 10 mk kuvaa kohti. Lisäksi tulee tyhjän levyn perusmaksu, joka on noin 50 mk.

PhotoCD-kuvassa kukin piste esitetään 24 bitillä YCC-koodattuna. Kuvan muotosuhteena on 3:2, joka vastaa 35 millimetrin filmin muotosuhdetta. Myös tietokoneen näyttö ja televisiokuva ovat samassa muotosuhteessa.

Kuvapisteet on tallennettu neliön muotoisina, jolloin kuvan kääntäminen pysty- tai vaaka-asentoon ei aiheuta kuvavääristymiä.

PhotoCD-levyn lukemiseen vaaditaan XA-yhteensopiva CD-ROM-asema tai PhotoCD-erikoisasema.

PhotoCD:n etuna on kuvien korkeatasoisuus sekä niiden helppokäyttöisyys. CD-levyltä kuvat on helppo siirtää taitto- tai grafiikkaohjelmaan. PhotoCD on suhteellisen edullinen verrattuna muihin talletusmuotoihin, kun verrataan laatua ja käytön helppoutta. Lisäksi kuvat säilyvät muuttumattomina PhotoCD-levyllä periaatteessa ikuisesti.



Kuva: Muutamia pingviinikuvia Corel Antarctis PhotoCD -levyltä

PhotoCD-kuvat on pakattu lukuunottamatta Base/16- ja Base/4-kuvakoko- ja (192 x 128 ja 256 x 384 kuvapistettä).

PhotoCD-levyn tiedostojen kuvatarkkuudet			
Formaatti	**Leveys**	**Korkeus**	**Tiedoston koko**
Base/16	192	128	72 kt
Base/4	384	256	288 kt
Base	768	512	1,1 Mt
4Base	1536	1024	4,5 Mt
16Base	3072	2048	18 Mt
32Base (Pro Photo CD)	6144	4096	72 Mt

CD-Plus

Normaalisti, jos CD-levyllä on sekä ääni- että tieto-osio, on tieto-osio ensimmäisenä. Jos tällainen CD-levy asetetaan CD-soittimeen kuuluu hyvin voimakasta melua. Vain harvat soittimet osaavat olla soittamatta tällaista levyä.

CD Plus -määritelmä sisältää kaksi osiota. Ensimmäinen osio on CD-DA-standardin mukainen ja se voi sisältää maksimissaan 98 musiikki-kappaletta. Toinen osio on normaali CD-ROM-osio. Ääni- ja tieto-osiot on ehdottomasti tehtävä tässä järjestyksessä.

CD Plus -levy voidaan laittaa turvallisesti CD-soittimeen, koska musiikki-kappaleet ovat CD-levyn alussa.

Hybrid CD-ROM

Hybrid CD-ROM -levyssä on sekä Macintoshille että PC:lle sopivat osiot. Molemmille näkyvät vain omat osionsa.

Macintosh käyttää omaa tiedostonhallintajärjestelmää nimeltä HFS. Se on kehitetty, koska ISO 9660 ei tue pitkiä tiedostonimiä, Macintoshin sallimia erikoismerkkejä, isojen ja pienten kirjaimien eroa eikä tiedoston tyyppi-tunnusta.

Sopivalla ohjelmalla voidaan HFS- ja ISO-standardien mukaiset osiot sijoittaa samalle levylle. HFS sijoittuu levyn alkuun, jonka perään ISO tulee.

Molemmat osiot voivat käyttää myös yhteisiä tiedostoja. Näiden tiedostojen nimien on oltava ISO 9660 -standardin mukaisia.

Levyn osiointi ja kirjanpito

Käyttöjärjestelmän on tiedettävä mitä tiedostoja levylle on tallennettu ja missä kohtaa levyä ne sijaitsevat. Tiedostojen nimet, tiedostotyypit, tiedostojen koot ja muut tarpeelliset tiedot on tallennettu levyn alussa olevaan hakemistoon. Tiedot tiedostojen tallennuskohdista sijaitsevat tiedostojen tilanvaraustaulukossa.

Kiintolevy voidaan myös jakaa useampiin osioihin, joka suurien kiintolevyjen kanssa helpottaa levytoimenpiteitä.

Tilanvaraustaulukko

Levyllä oleva tiedostojen tilanvaraustaulukko sisältää tiedot siitä mihin kohtiin levyä kukin tiedosto on tallennettu, mitkä kohdat ovat vapaina ja mitkä levyn sektorit ovat tiedon tallennukseen kelpaamattomia. Tiedostojen tilanvaraustaulukko sijaitsee levyn alussa, käynnistystietueen jälkeen, ennen hakemistoa.

DOS-käyttöjärjestelmässä tilanvaraustaulukon nimi on FAT *(File Allocation Table)*. Windows 95 käyttää hieman erilaisempaa tilanvaraustaulukkoa, jonka nimi on VFAT. Windows NT:ssä on taas täysin erilainen rakenne ja sen nimi on NTFS. Windows NT osaa tosin käyttää myös FAT-järjestelmäisiä levyjä.

Varoitus

Mikäli haluat tutkia tai muuttaa tiedostojen tilanvaraustaulukkoa jollakin levyeditorilla, kokeilua varten on syytä käyttää levykettä. Formatoi levyke, esimerkiksi format a: /u, kopioi levylle pari muutaman kilotavun mittaista tiedostoa jonka jälkeen voit levyeditorilla tutkia ja muuttaa levykkeen tiedostojen tilanvaraustaulukkoa mielinmäärin. Vaikka se menisi kuinka sekaisin, voit aina formatoida levykkeen uudelleen ja levyke on sen jälkeen taas käyttökunnossa.

ÄLÄ KOKEILE KIINTOLEVYN TILANVARAUSTAULUKON MUUTTAMISTA

Tiedon luku ja tallennus

BIOS tallentaa ja lukee tietoa levyltä sektorin kerrallaan, sektorin koko on yleensä 512 tavua eli 0,5 kt. BIOS ilmoittaa tarkasti (fyysinen ura tai sylinteri, luku/kirjoituspää ja sektorin numero) levyn ohjaimelle, minne se haluaa tiedon tallentaa ja mistä se tietoa haluaa lukea.

On kokonaan levyaseman ohjaimen asia, miten tieto on todellisuudessa levylle tallennettu, kunhan BIOS löytää tiedon sieltä, minne se on tallentunut.

DOS näkee levyaseman loogisina sektoreina, alkaen numero yhdestä ja päättyen levyn tallennuskapasiteetin mukaiseen viimeiseen loogiseen sektoriin. Myös loogisen sektorin koko on 512 tavua.

DOS ei välitä siitä, miten BIOS on tiedon levylle tallentanut, kunhan se löytää tiedon siltä loogiselta sektorilta minne se oli tallennettu. Sovellusohjelman kannalta tilanne on sama. Kun ohjelma tallentaa vaikkapa tekstitiedoston, on sille samantekevää kuinka DOS tiedoston tallentaa, kunhan tiedosto löytyy uudelleen sitä tarvittaessa.

Ensimmäinen looginen sektori on levyn alussa, uralla 0, luku/kirjoituspää **1**, sektori 1. Ura 0, luku/kirjoituspää **0**, sektori 1 sisältää käynnistystietueen, joka on siis DOSin loogisten sektoreiden ulkopuolella, kuten muutkin uran 0, lukupään 0 sektorit (eli sektorit 2 - 17).

BIOS huolehtii siitä mihin kiintolevyn fyysiseen sektoriin tieto tallennetaan. Jos käytössä on käännöstä toteuttava IDE-kiintolevyn ohjain, ei BIOSin kiintolevyn ohjaimelle ilmoittamat sylinteri/lukupää/sektori-tiedot ole kuitenkaan aivan lopullisia sillä todellisuudessa ohjain muuntaa BIOSin ilmoittaman sylinteri/lukupää/sektori-osoitteen lopulliseksi ja todelliseksi kiintolevyllä olevaksi kohdaksi, mihin tieto tallennetaan.

Esimerkiksi kun DOS haluaa lukea tietoa loogiselta sektorilta 2452, BIOSin kannalta katsottuna sektori voisi olla sylinterillä 78, lukupää 6, sektori 14, mutta todellisuudessa se saattaa olla kiintolevyn ohjaimen suorittamasta käännöksestä johtuen sylinteri 44, lukupää 2, sektori 29.

Tilanvarausyksikkö

Levyosion koko määrittelee levyn tallennukseen käytettävän pienimmän mittayksikön, tilanvarausyksikön *(Cluster)*. Levytilaa käytetään tilanvarausyksikön kerrannaiskokoisina yksikköinä. Jos tilanvarausyksikön koko on esimerkiksi 4 kt ja tallennettavan tiedoston koko on 278 tavua, kuluu kuitenkin 4 kt levytilaa. Jos tallennettavan tiedoston koko on 6 kt, kuluu 8 kt levytilaa.

Seuraavassa taulukossa on kiintolevyn osiokoot ja niiden määräämät tilanvarausyksikön koot.

Osion koon vaikutus tilanvarausyksikön kokoon

Tilanvarausyksikön koko	Osion koko	FAT	DOS-versio
4 kt	16 Mt	FAT12	< 4.0
2 kt	32 Mt	FAT16	< 4.0
2 kt	128 Mt	FAT16	=> 4.0
4 kt	256 Mt	FAT16	=> 4.0
8 kt	512 Mt	FAT16	=> 4.0
16 kt	1 Gt	FAT16	=> 4.0
32 kt	2 Gt	FAT16	=> 4.0

Tilanvarausyksikkö muodostuu peräkkäisistä sektoreista. Koska yksi sektori sisältää tietoa 512 tavua, on sektorien lukumäärä tilanvarausyksikön koko jaettuna 512:lla. 16 kt tilanvarausyksikkö sisältää siis aina 32 sektoria.

Tiedoston koko vaikuttaa siihen kuinka monta tilanvarausyksikköä sen tallentaminen levylle vaatii:

- Jos tiedoston koko on pienempi kuin tilanvarausyksikkö, jää levylle käyttämätöntä tilaa. Jos tilanvarausyksikön koko on 8 kt ja tiedoston koko 0,5 kt jää levylle 7,5 kt käyttämätöntä tilaa. Tämä tila ei ole minkään tiedoston käytettävissä.

- Jos tiedosto on kooltaan tilanvarausyksikön tai sen monikerran kokoinen, ei levylle jää yhtään tyhjää tilaa.

- Aina kun tiedosto on kooltaan erikokoinen kuin tilanvarausyksikkö tai sen monikerta, jää levylle käyttämätöntä tilaa.

Mitä pienempi tilanvarausyksikkö on, sitä vähemmän käyttämätöntä levytilaa levylle jää. Tämän vuoksi kannattaa pyrkiä mahdollisimman pieneen osiokokoon, mutta haittana on useiden levyasemien hallinta.

Osiotaulukko

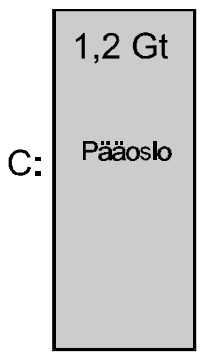
Osiotaulukko (*Partition Table*) on kiintolevyn käynnistystietueessa oleva lista kiintolevyn sisältämistä osioista ja loogisista kiintolevyistä. Listasta ilmenevät mistä kohdasta kiintolevyä (sektori, luku/kirjoituspää ja sylinteri) osiot alkavat ja mihin kohtaan ne päättyvät.

Osiointi

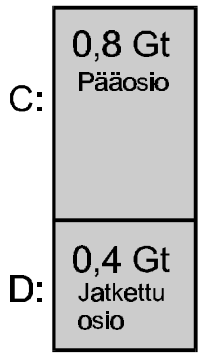
Kiintolevy voidaan jakaa loogisiin levyihin, jotka näkyvät tietokoneen käyttäjälle erillisinä kiintolevyinä. Jos esimerkiksi C-kiintolevy jaetaan kahteen osioon, muodostuu osiot C ja D. Käyttäjä näkee mikrollaan silloin C- ja D-kiintolevyt, eikä tiedä on ne fyysisesti kaksi erillistä kiintolevyä, vaiko yksi levy jaettuna kahteen osaan.

Seuraavissa esimerkeissä on kiintolevyn osioinnin perusteet yhden, kahden tai useamman loogisen levyn tekemiseen.

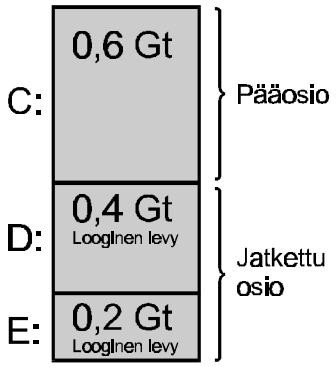
- Jos kiintolevyn koko halutaan samaksi kuin sen suurin kapasiteetti, tehdään FDISK-ohjelmalla yksi osio *(Primary DOS Partition)* ja se alustetaan FORMAT-ohjelmalla.



- Jos kiintolevy jaetaan kahteen osaan, tehdään FDISK-ohjelmalla pääosio *(Primary DOS Partition)* ja jatkettu osio *(Extended DOS Partition)*. Molemmille osioille annetaan halutut koot ja lopuksi ne alustetaan erikseen FORMAT-ohjelmalla.



- Jos kiintolevy halutaan jakaa kolmeen tai useampaan osaan, tehdään FDISK-ohjelmalla pää- ja jatkettu osio. Jatkettu osio jaetaan haluttuun määrään loogisia levyjä. Pääosio sekä loogiset levyt alustetaan erikseen FORMAT-ohjelmalla.



Pääosio on asetettava aina aktiiviseksi, jolloin käyttöjärjestelmä pystyy löytämään käynnistystiedostot.

Osiokokorajoitukset

Huomaa, että DOSin ja Windows 95:n suurin mahdollinen osiokoko on 2 gigatavua, vaikka BIOS mahdollistaisikin jopa 8 gigatavun osion käytön. Pienempi osiokokorajoitus, joka tässä on käyttöjärjestelmän tiedostojärjestelmällä *(File System)*, on määräävä.

Rajoitus johtuu FAT (ja VFAT) -tiedostojärjestelmän rajoituksesta. Mitä suurempi tilanvarausyksikön *(Cluster)* koko, sitä suurempi osiokoko saavutetaan. Tilanvarausyksiköiden kokonaismäärä on kuitenkin rajattu 65 536:een. Kertomalla tilanvarausyksikön koko niiden maksimimäärällä saadaan osion koko.

Täten esimerkiksi 32 kt tilanvarausyksikkökoolla muodostuu 2 Gt osio.

32 kt * 65 536 = 2 Gt

Seuraavassa taulukossa on eri osiokokojen tilanvarausyksiköiden koot.

Tilanvarausyksiköiden määrä eri osiokoolla

Osiokoko	Tilanvarausyksikön koko	Tilanvarausyksiköiden maksimimäärä
32 Mt	512 tavua	65 536
64 Mt	1 kt	65 536
128 Mt	2 kt	65 536
256 Mt	4 kt	65 536
512 Mt	8 kt	65 536
1 Gt	16 kt	65 536
2 Gt	32 kt	65 536

Miksi tilanvarausyksikön koko ei sitten suurenneta vielä isommaksi? Ensinnäkin, FAT rajoittaa sen suurimmaksi kooksi 32 kt. Toiseksi, jokainen pienikin tiedosto veisi aina 64 kt tilaa, joten tilan haaskaus olisi erittäin suurta.

Windows NT:n ja OS/2:n omat tiedostojärjestelmät mahdollistavat huomattavasti suuremmat osiokoot kuin FAT.

Tiedostojärjestelmien suurimmat osiokoot		
Tiedostojärjestelmä	**Suurin koko**	**Suurin koko eri määreellä**
FAT	2 gigatavua	2 000 megatavua
HPFS (OS/2)	2 teratavua	2 000 gigatavua
NTFS (Windows NT)	16 petatavua	18 000 000 teratavua

Huomaa, että Windows NT ja OS/2 tukevat myös FAT-järjestelmää, mutta silloin 2 Gt:n osiorajoitus on voimassa.

Osioinnin edut ja haitat

Kiintolevyn jakamisen etuja ovat:

- Tietojen järjestely on helpompaa pienemmillä asemilla kuin yhdellä hyvin suurella
- Tiedostot kuluttavat hiukan vähemmän levytilaa pienemmän tilanvarausyksikön ansiosta

Kiintolevyn jakamisen haittoja ovat:

- Levyasemien hallinta, jos niitä onkin esimerkiksi kahden sijasta jopa kymmenen. Jo tiedostojen paikkojen muistaminen saattaa olla hankalahkoa.
- Kiintolevyn vaihtaminen isompaan aiheuttaa helposti monien ohjelmien uudelleen asennusta tai kiintolevy on osioitava juuri samalla tavalla kuin korvattavakin kiintolevy. Uuden suuremman kiintolevyn hankkiminen saattaa lisätä edelleenkin osioiden määrää, jolloin niiden lukumäärä saattaa olla jo harmillisen suuri.
- Jokaisella osiolla ja loogisella levyllä on oltava myös tyhjää tilaa. Liian täysi kiintolevy tuottaa helposti ongelman, että

tallennettava tiedosto ei enää mahdukaan tai Windows jumiutuu liian vähään levytilaan. Esimerkiksi kahdessa yhden gigatavun osioissa on helppo pitää molemmissa 300 Mt tyhjää tilaa. Jos levyjä onkin 5 jäisi samoilla tiedostoilla vapaata tilaa kullekin levyosalle noin 60 Mt. Tämä aiheuttaa jo heti tiedostojen järjestelytoimenpiteitä, sillä Windows vaatii omalle levyosalleen jo heti enemmän tilaa. Jos Windowsin levyosalle järjestetään 200 Mt vapaata jää muille levyosille kullekin vain 25 Mt vapaata tilaa.

Mieluummin kannattaa käyttää suurempia levyosia ja uhrata tilaa hieman varausyksiköille kuin tehdä lukuisia pieniä levyosia, joiden kanssa tilakysymys tulee vielä hankalammaksi.

FDISK

FDISK-ohjelmalla osioidaan *(partitioidaan)* kiintolevy DOS-, WINDOWS 3.X- ja Windows 95 -käyttöjärjestelmissä.

Ole varovainen FDISK-ohjelmaa käyttäessäsi. Osiotaulukon muuttaminen tai uudelleenkirjoitus aiheuttaa kiintolevyllä olevan tiedostojen tilanvaraustaulukon ja hakemistorakenteen nollautumisen. Kiintolevy pitää tällöin alustaa uudelleen FORMAT C: tai FORMAT C: /S -komennolla. C-kirjain merkitsee kyseessä olevan kiintolevyn tunnusta.

Osiointi

Ennen osiointia varmista, että

- Jos kiintolevyllä on tietoja, ne voi tuhota.
- Käytössä on käynnistyslevyke, jos osioitava kiintolevy on ainoa tai se, jolta mikron käynnistys suoritetaan. Käynnistyslevykkeellä on oltava lisäksi FDISK- ja FORMAT-ohjelmat.

Käynnistä FDISK-ohjelma, jolloin näyttöön tulee seuraavanlaiset tiedot.

```
                              MS-DOS Version 6
                         Fixed Disk Setup Program
                  (C)Copyright Microsoft Corp. 1983 - 1993

                                FDISK Options

Current fixed disk drive: 1

Choose one of the following:

1. Create DOS partition or logical DOS Drive
2. Set active partition
3. Delete Partition or Logical DOS Drive
4. Display partition information
5. Change current fixed disk drive

Enter choice: [1]


Press Esc to exit FDISK
```

Viides kohta, kiintolevyn vaihtaminen, tulee näyttöön vain, jos mikrossa on

kaksi tai useampi kiintolevy.

Paina näppäimistöltä näppäintä 1, jolloin lähdetään luomaan ensimmäinen osio.

```
                    Create DOS partition or logical DOS Drive

Current fixed disk drive: 1

Choose one of the following:

1. Create Primary DOS partition
2. Create Extended DOS partition
3. Create Logical DOS Drive(s) in the Extended DOS partition


Enter choice: [1]


Press Esc to exit FDISK
```

Paina näppäimistöltä näppäintä 1. Tyhjän kiintolevyn ollessa kyseessä kohtia 2 ja 3 ei voi edes valita tässä vaiheessa, koska pääosio on luotava ensin.

```
                          Create Primary DOS partition

Current fixed disk drive: 1

Do you wish to use the maximum available size for a Primary DOS Partition
and make the partition active (Y/N).....................? [Y]




Press Esc to return to FDISK options
```

Tässä kohdassa valitaan jaetaanko kiintolevy yhteen vai useampaan osaan.

- **Jos kiintolevyä ei jaeta,** paina Y-näppäintä, jolloin koko kiintolevyn kapasiteetti otetaan käyttöön C-kiintolevyksi. Siirry sen jälkeen suoraan aktiivisuuden asetus -kohtaan.

- **Jos kiintolevy jaetaan**, paina N-näppäintä.

```
                        Create Primary DOS partition

Current fixed disk drive: 1

Total disk space is 1205 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)
Maximum space available for partition is 1205 Mbytes (100%)

Enter partition size in Mbytes or percent of disk space (%) to
create a Primary DOS Partition.................................: [1205]

No partitions defined


Press Esc to return to FDISK options
```

Kirjoita haluttu osiokoko, esimerkiksi 800 (megatavua).

```
                        Create Primary DOS partition

Current fixed disk drive: 1

Partition    Status    Type     Volume Label    Mbytes    System    Usage
C: 1                  PRI DOS                    800     UNKNOWN     66%




Primary DOS Partition created, drive letters changed or added


Press Esc to return to FDISK options
```

Type-kohdassa ilmoitetaan osion tyyppi eli tässä tapauksessa pääosio *(Primary Partition)*. *System*-kohdassa lukee UNKNOWN (tuntematon), koska osiota ei ole alustettu vielä. *Usage* ilmoittaa osion prosentuaalisen osuuden koko levyn kapasiteetista. Palaa päävalikkoon Esc-näppäimellä.

Seuraavana asetamme pääosion aktiiviseksi. Päävalikossa ilmoitetaan että osiota ei ole asetettu aktiiviseksi (`No partitions are set active - disk 1 is not startable unless a partition is set active`). Paina näppäintä 2 asettaaksesi osion aktiiviseksi. Palaa Esc-näppäimellä päävalikkoon.

Jos kiintolevyä ei ole jaettu, voidaan FDISK-ohjelmasta poistua Esc-näppäimellä. Seuraavana toimintavaiheena on kiintolevyn alustus FORMAT /S -komennolla.

Jos kiintolevy jaettiin jatketaan luomalla jatkettu osio. Paina päävalikossa näppäintä 1 (Create DOS Partition or Logical DOS Drive). Paina seuraavassa ikkunassa näppäintä 2 (Create Extended DOS Partition).

```
                        Create Extended DOS partition

Current fixed disk drive: 1

Partition    Status    Type     Volume Label    Mbytes    System    Usage
C: 1            A     PRI DOS                    800     UNKNOWN     66%



Total disk space is 1205 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)
Maximum space available for partition is   405 Mbytes  ( 33%)

Enter partition size in Mbytes or percent of disk space (%) to
create an Extended DOS Partition.............................: [ 405]



Press Esc to return to FDISK options
```

Paina tässä kohtaa Enter-näppäintä, jolloin koko lopputila tulee jatketun osion kooksi. Jatkettu osio voidaan sitten jakaa haluttuihin loogisiin levyihin.

Paina Esc-näppäintä.

```
            Create Logical DOS Drive(s) in the Extended DOS partition

No logical drives defined


Total Extended DOS Partition size is  405 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)
Maximum space available for logical drive is   405 Mbytes  (100%)

Enter logical drive size in Mbytes or percent of disk space (%)...: [ 405]



Press Esc to return to FDISK options
```

Jos haluat vain kaksi levyasemaa (C ja D), paina tässä kohdassa Enter-näppäintä. Tällöin koko jatkettu osio tulee yhdeksi loogiseksi levyksi.

Jos luodaan kaksi loogista levyä jatkettuun osioon, kirjoita haluttu koko (esimerkiksi 200) ja paina Enter-näppäintä.

```
            Create Logical DOS Drive(s) in the Extended DOS partition

Drv  Volume   Label   Mbytes    System    Usage
E:                     200     UNKNOWN      49%



Total Extended DOS Partition size is  405 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)
Maximum space available for logical drive is   205 Mbytes  ( 51%)

Enter logical drive size in Mbytes or percent of disk space (%)...: [ 205]


Logical DOS Drive created, drive letters changed or added

Press Esc to return to FDISK options
```

Huomaa, että kuvassa toisen levyn nimeksi tuleekin E eikä D. Tämä johtuu siitä, että kyseisessä mikrossa on kaksi kiintolevyä. Molemmissa on pääosiot, jotka asetetaan järjestyksessä ensimmäisiksi. Vasta sitten ryhmitellään loogiset levyt.

Aseta toisen loogisen levyksi jäljelle jäänyt tila (205 Mt), jolloin jatketun osion loogiset levyt näyttävät tältä.

```
            Create Logical DOS Drive(s) in the Extended DOS partition

Drv  Volume   Label   Mbytes    System    Usage
E:                     200     UNKNOWN      49%
F:                     205     UNKNOWN      51%







All available space in the Extended DOS Partition
is assigned to logical drives.
Press Esc to continue
```

Kun loogiset levyt on asetettu, poistutaan FDISK-ohjelmasta ja alustetaan pääosio ja loogiset levyt, jokainen erikseen.

Aktiivisuus

Tällä asetuksella valitaan käynnistystiedot sisältävän kiintolevyn pääosio aktiiviseksi, jolloin käyttöjärjestelmä löytää käynnistykseen tarvittavat tiedot.

Valitse FDISK-ohjelman päävalikosta *Set Active Partition* -kohta, jolloin kiintolevyn pääosiosta tulee aktiivinen.

Poista osiointi

Tällä valinnalla poistetaan loogisia levyjä sekä osioita. Sen jälkeen kiintolevy voidaan osioida uudestaan halutulla tavalla.

Valitse FDISK-ohjelman päävalikosta *Delete partition or Logical Disk Drive* -kohta. Valitse ensin poistettavaksi loogiset levyasemat ja sen jälkeen jatkettu osio ja viimeisenä pääosio.

Näytä osiointitiedot

Osiotaulukon tutkiminen seuraavien ohjeiden mukaan ei aiheuta osiotaulukon uudelleenkirjoitusta ja on siten turvallista. Käynnistä FDISK-ohjelma aina suoraan DOS-tilasta, ei Windows-ikkunasta.

Päävalikko näyttää seuraavanlaiselta:

```
                              MS-DOS Version 6
                          Fixed Disk Setup Program
                  (C)Copyright Microsoft Corp. 1983 - 1993

                                FDISK Options

Current fixed disk drive: 1

Choose one of the following:

1. Create DOS partition or logical DOS Drive
2. Set active partition
3. Delete Partition or Logical DOS Drive
4. Display partition information
5. Change current fixed disk drive

Enter choice: [1]


Press Esc to exit FDISK
```

FDISK-ohjelman voidaan poistua painamalla Esc-näppäintä.

Valinta 4 näyttää kuinka **ensimmäinen fyysinen kiintolevy** on osioitu. Mikäli koneessa on useampia kiintolevyjä, valinnalla 5 voi valita oletuslevyasemaksi toisen kiintolevyn.

Paina 4-näppäintä *(Display partition information)* ja paina Enter:

```
                        Display Partition Information

Current fixed disk drive: 1

Partition    Status    Type     Volume Label    Mbytes    System    Usage
C: 1            A     PRI DOS    QUANTUM          800     FAT16       62%
   2                  EXT DOS                     500                 38%


Total disk space is 1300 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)

The Extended DOS Partition contains Logical DOS Drives
Do you want to display the logical drive information (Y/N)....: [Y]



Press Esc to return to FDISK options
```

Esitetyt tiedot ovat luettu kiintolevyn 1, eli fyysisen C-kiintolevyn osiotaulukosta.

Esimerkkinä oleva kiintolevy on jaettu kahteen osioon:

- Pääosioon *(**Pri**mary Partition)* **1**, joka on käytännössä C:.
- Jatkettuun osioon *(**Ext**ended Partition)* **2**, joka sisältää loogiset levyt D, E, ja F.

Jotta käyttöön saataisiin riittävä määrä kooltaan riittävän suuria osioita, on loogiset levyt tehty siten, että DOSin kannalta katsoen jatkettu osio on kuin toinen kiintolevy, jolla on oma pääkäynnistystietue. Tässä tietueessa on oma versio osiotaulukosta nimeltään levytaulukko *(Disk Table)*, joka määrittelee ensimmäisen loogisen kiintolevyn koon ja paikan kiintolevyllä. DOS käsittelee tätä loogista kiintolevyä kuin fyysistä kiintolevyä.

Osion 1 (C) tila on **A** eli **aktiivinen** *(Active)*, joka tarkoittaa sitä, että se sisältää tarpeelliset tiedostot koneen käynnistymiseen. Vain yksi osio voi olla kerrallaan aktiivinen.

Volume Label ilmoittaa kiintolevyn nimen, esimerkkikoneessa nimeksi on annettu QUANTUM, kiintolevyvalmistajan mukaan. C-osion koko on 800 Mt ja tiedostojen tilanvaraustaulukko *(FAT, File Allocation Table)* on 16-bittinen. Jatketun osion koko on 500 Mt, joka on 38 % kiintolevytilasta.

Koska kiintolevyltä löytyi laajennettu osio, ohjelma kysyy haluatko nähdä sen sisältämien loogisten kiintolevyjen tiedot, oletuksena on Y, joten Enterin painaminen riittää:

```
                    Display Logical DOS Drive Information

Drv  Volume   Label   Mbytes    System    Usage
D:                      250     FAT16       50%
E:                      150     FAT16       30%
F:                      100     FAT16       20%



Total Extended DOS Partition size is   500 Mbytes (1 Mbyte = 1048576 bytes)

Press Esc to continue
```

Jatkettu osio (1300 - 800 = 500 Mt) on jaettu kolmeen osaan, D, E ja F.

Painamalla ESC-näppäintä päästään takaisin päävalikkoon.

Vaihda kiintolevy

Valitsemalla FDISK-ohjelman päävalikosta *Change current fixed disk drive* -kohta eli painamalla 5-näppäintä, voidaan kohdekiintolevy vaihtaa. Valittu kiintolevy näkyy usean ikkunan yläreunassa numerotunnuksella. Varmistu siitä, mikä järjestys kiintolevyilläsi on ja mitä niistä haluat muokata.

Ole tarkkana, että muokkaat juuri oikeata kiintolevyä. Muutoin voit menettää parilla näppäimen painalluksella kiintolevyn kaikki tärkeät tiedot.

Osiotaulukon rakenne

Kiintolevyn ensimmäinen sektori (sylinteri 0, luku/kirjoituspää 0, sektori 1) sisältää pääkäynnistystietueen *(MBR, **M**aster **B**oot **R**ecord)*, jonka BIOS lataa käynnistyksen yhteydessä keskusmuistiin alkaen osoitteesta 000:7C00 (31744 = 31 kt). Käynnistystietue sisältää ohjelmakoodia, tietoja kiintolevystä sekä tietueen loppuosassa olevan osiotaulukon.

Käynnistystietueen lataamisen jälkeen käynnistystä jatkaa käynnistystietueen sisältämä ohjelmakoodi. Ohjelma tutkii osiotaulukosta mikä osio on merkitty aktiiviseksi ja sen jälkeen lataa aktiivisen osion käynnistystietueen keskusmuistiin. Seuraavaksi aloitetaan keskusmuistiin ladatun uuden käynnistystietueen sisältämän ohjelmakoodin suoritus.

Pääkäynnistystietueen alussa on ohjelmakoodia ja dataa osoitteissa 0h - 1BDh (0 - 445). Osiotaulukko alkaa osoitteessa 1BEh (445) käynnistystietueen alusta lukien:

Osoite	Koko	Sisältö
1BEh - 1CDh	10h	Tiedot osiosta numero 1
1CEh - 1DDh	10h	Tiedot osiosta numero 2
1DEh - 1EDh	10h	Tiedot osiosta numero 3
1EEh - 1FDh	10h	Tiedot osiosta numero 4
1FEh	2h	Osiotaulukon tunniste (0AA55h)

Tiedot osioista sisältävät 10h tavua:

Tavu	Koko Tavuina	Selitys	
00h	**1**	**Boot**	Käynnistyslippu: 00h = osio ei aktiivinen 80h = osio aktiivinen
01h	**1**	**Head**	Osion alun luku/kirjoituspään numero
02h	**2**	**Sectors Cylinders**	Osion käynnistyssektorin ja sylinterin numero Ensimmäiset 2 bittiä Sectors-tavusta sisältävät sylintereiden lukumäärän bitit 9 ja 8 ja viimeiset 6 bittiä sektorien lukumäärän binäärilukuina. Cylinders-tavu sisältää sylintereiden lukumäärän bitit 7-0 Maksimilukumäärät ovat 1024 (2 ^ 10) sylinteriä

ja 64 (2^6) sektoria.

04h	**1**	**Sys**		Systeemikoodi: 00 = tuntematon 01 = DOS, 12 bittinen tiedostojen tilanvaraustaulukko, 16-bittinen sektorin numero 02 = XENIX 04 = DOS, 16 bittinen tiedostojen tilanvaraustaulukko 05 = Laajennettu DOS osio (DOS 3.3+) 06 = DOS 4.0 (Compaq 3.31), 32-bittinen sektorin numero 51 = Ontrackin laajennettu osio 64 = Novell 75 = PCIX DB = CP/M FF = BBT
06h	**2**	**Sectors Cylinders**		Osion viimeisen sektorin ja sylinterin numero. Esitysmuoto sama kuin tavuissa 02/03h.
08h	**4**	**low**	**high**	Osion alun suhteellinen sektorin numero verrattuna sylinteriin 0, luku/kirjoituspäähän 0, sektoriin 1. Suhteellisen sektorin numeroarvo kasvaa järjestyksessä: 1. sektorin numero uralla 2. luku/kirjoituspään numero 3. sylinterin numero
09h	**4**	**low**	**high**	Sektorien kokonaismäärä.
10h	**2**	**55**	**AA**	Seuraavan osion tietojen alku tai viimeisen osion määrityksen jälkeen 55AAh. 55AA-tunniste ilmaisee käytettävissä olevan käynnistystietueen.

Kaikki osiot alkavat sektorista 1 paitsi ensimmäinen osio, joka on kiintolevyn pää käynnistystietueen jälkeen sektorissa 2.

Pääkäynnistystietue on fyysisen C-kiintolevyn alussa. Mikäli kiintolevyllä on käytetty DoubleSpace tms. pakkausohjelmia, ei pääkäynnistystietueen tutkiminen debug-ohjelmalla onnistu. Koska debug käyttää DOSin palveluja toimintojensa suorittamiseen ja levynpakkausohjelmat ovat DOSin ja laitteiston välissä, debugilla ei pääse tutkimaan suoraan fyysistä kiintolevyä. Debugilla voidaan ladata minkä tahansa loogisen osion käynnistys-

tietue keskusmuistiin tutkittavaksi. Pääkäynnistystietueen lataamiseksi keskusmuistiin tarvitaan konekielinen ohjelma, joka ei käytä DOSia vaan se lukee BIOS ROMmissa olevan rutiinin avulla suoraan kiintolevyä.

Pääkäynnistystietueen sisältämät virheilmoitukset poikkeavat tavallisten käynnistystietueitten ilmoituksista.

Mikäli saat jonkin seuraavista ilmoituksista, sinun on syytä huolestua ja alkaa kaivamaan varmuuskopioita esiin.

Invalid partition table	**Virheellinen osiotaulukko**
Error loading operating system	**Virhe käyttöjärjestelmän latauksessa**
Missing operating system	**Käyttöjärjestelmä puuttuu kiintolevyltä**

Pääkäynnistystietueen (kuten muidenkin käynnistystietueiden) tiedot pysyvät normaalisti muuttumattomina, eli sinne ei koneen normaalikäytön aikana tarvitse mitään kirjoittaa. Osiotaulukon tietoja muutetaan FDISK- tai vastaavalla ohjelmalla, silloinkin vain tarvittaessa.

Jos kiintolevyn pääkäynnistystietue vioittuu, syynä voi olla sähkökatkos kiintolevylle kirjoitettaessa, kiintolevyn tärähtäminen, FDISK-ohjelman virheellinen käyttö tai sen toiminnan lopettaminen kesken reset-kytkimellä.

Vaikka osiotaulukko on virheellinen, ei kiintolevylle tallennetussa tiedossa ole välttämättä mitään vikaa. BIOS ei vain tiedä, kuinka kiintolevy on osioitu, eikä sen takia pysty lukemaan kiintolevyltä kuin pääkäynnistystietueen.

Osiotaulukon saa korjattua ajamalla FDISK-ohjelman. Sen avulla voi tehdä uuden osiotaulukon, jonka jälkeen kone käynnistyy ilman virheilmoitusta virheellisestä osiotaulukosta. Vaikka osiot olisivat aivan samanlaisia kuin entiset, osiotaulukon tekeminen tyhjentää kiintolevyn kirjanpidon, joten kiintolevy on formatoitava uudelleen. Tämä tarkoittaa sitä että DOSin tarjoamilla keinoilla ei kiintolevylle tallennettua tietoa saada normaalisti käyttöön.

Mikäli tässä tilanteessa kiintolevyllä on elintärkeää tietoa, jota ei ole jostain käsittämättömästä syystä varmuuskopioitu, älä aja FDISK-ohjelmaa. Vahingoittunut osiotaulukko voidaan nimittäin joissakin tapauksissa korjata, jonka jälkeen kiintolevyltä löytyvät siellä olevat tiedot aivan kuten ennenkin. Kiintolevyn osiotaulukkoa voidaan muuttaa esimerkiksi Norton Diskedit -ohjelmalla. Korjaajan on kyllä tiedettävä aivan tarkalleen, mitä

tekee.

Jos käynnistyksen yhteydessä saamasi virheilmoitus on muotoa

Non-System disk or disk error	Levy ei ole käyttöjärjestelmälevy tai levyvirhe
Replace and press any key when ready	Vaihda levy ja paina jotakin näppäintä kun olet sen tehnyt

niin on kaksi mahdollisuutta:

1. BIOS ROMmissa oleva ohjelma on pystynyt lukemaan pää käynnistystietueen kiintolevyltä.

Keskusmuistiin luetun pääkäynnistystietueen sisältämä ohjelma on pystynyt lukemaan aktiiviseksi merkityn osion käynnistystietueen.

Käynnistystietueen sisältämä ohjelma ei löydä IO.SYS- ja/tai MSDOS.SYS-tiedostoja kiintolevyltä

Kiintolevyllä olevat IO.SYS- ja/tai MSDOS.SYS-tiedostot ovat jostain syystä poistettu. Käynnistä kone A-levykeasemassa olevalta käynnistyslevykkeeltä ja palauta systeemitiedostot kiintolevylle komennolla **SYS C:**.

Varmistu että käynnistyslevykkeellä oleva DOS on versioltaan sama kuin kiintolevyllä ollut.

Tämä toimenpide ei tuhoa kiintolevyllä olevaa tietoa eikä kirjanpitoa, joten kiintolevyllä olevat ohjelmat ovat SYS C: -komennon jälkeen käytettävissä kuten ennenkin.

2. Kiintolevyltä luettaessa on tapahtunut lukuvirhe eli kiintolevyn ohjain ei ole pystynyt lukemaan kiintolevyltä sektoria, minne osa IO.SYS- tai MSDOS.SYS-tiedostosta on tallennettu.

Mikäli sektorin sisältämä kohta levypinnasta on vahingoittunut fyysisesti, on tiedot sektorin paikasta ilmoitettava levyn tiedostojen tilanvaraustaulukkoon, jotta sitä ei enää yritettäisi

käyttää tiedon tallentamiseen. Tämä voidaan tehdä ohjelmalla, joka tutkii kiintolevyn sisältämien levypintojen kunnon ja merkitsee huonot sektorit *(Bad Tracks)* kiintolevyn tiedostojen tilanvaraustaulukkoon. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi Norton Disk Doctor, PCTools DiskFix ja DOS ScanDisk.

Mikäli koneessa on jokin DOSin vanhoista versioista, saattaa levypinnan vahingoittuminen alkaa siitä kohdasta, mihin IO.SYS tai MSDOS.SYS on tallennettu. Tämä aiheuttaa sen, että käyttöjärjestelmän lataaminen kiintolevyltä ei enää onnistu.

Vanhat DOS-versiot vaativat että kyseiset tiedostot (ainakin IO.SYS) ovat aivan tietyssä kohdassa kiintolevyn alussa. Mikäli vika sattuu olemaan juuri sillä kohdalla, kiintolevyä ei pystytä enää käyttämään käynnistyslevynä. Toisena kiintolevynä se kyllä toimii.

Uusimmat DOS-versiot pystyvät lukemaan ainakin MSDOS.SYS-tiedoston, vaikka se ei olisikaan tietyssä kohdassa kiintolevyn alussa, joten virheellisen sektorin käytöstä poistamisen jälkeen voidaan kiintolevy saada käynnistyslevyksi asentamalla siihen uusin DOS-versio.

Kiintolevyn käynnistyssektori

Kiintolevyn kohta sylinteri 0, sektori 1 sisältää pääkäynnistystietueen, joka ladataan muistiin samalla tavoin kuin levykkeen käynnistystietue.

Pääkäynnistystietueen sisältämä ohjelma hakee kiintolevyn osiotaulukosta tiedon siitä, mikä osio on merkitty aktiiviseksi. Seuraavaksi aktiiviseksi merkityn osion käynnistystietue luetaan keskusmuistiin ja tietueen sisältämän ohjelman ajo aloitetaan.

Hakemisto

Levyn alustuksen yhteydessä Format-ohjelma tekee käynnistystietueen, tiedostojen tilanvaraustaulukon ja päähakemiston.

Päähakemiston sijaintiin levyllä vaikuttaa levyn tiedostojen tilanvaraustaulukon koko, joka määräytyy levyn tallennuskapasiteetin mukaan. Päähakemiston koko on määrämittainen ja se voi sisältää tiedot korkeintaan 112 tiedostosta. Levyn alihakemistot ovat myös tiedostoja ja ne vievät yhden hakemistopaikan kukin. Mikäli levylle on annettu nimi, vie se tilaa hakemistosta yhden hakemistopaikan.

Hakemistopaikka on 20h (32) tavua pitkä, joten päähakemisto vie levyltä tilaa 112 * 32 B eli 3584 B joka on tasan 3.5 kt. Hakemistopaikat ovat levyllä peräkkäin.

Seuraavassa taulukossa on esitetty hakemistopaikan rakenne:

00h - 07h Tiedoston nimi (8 merkkiä)

01h Tiedoston nimen ensimmäinen kirjain tai
00h Hakemistopaikkaa ei ole ennen käytetty
05h Ilmoittaa, että tiedoston nimen ensimmäinen kirjain on ASCII-koodin merkki E5h (σ, 229), katso seuraavaa
E5h (= σ) Ilmoittaa että tiedosto on poistettu hakemistosta Loppuosa nimestä sekä muut tiedot tiedostosta jäävät ennalleen
2Eh Alihakemisto

01h Tiedoston nimen kirjaimet 2 - 8
02h Mikäli nimen pituus on alle 8 merkkiä,
03h Tyhjät merkkipaikat täytetään välilyönneillä
04h
05h
06h
07h

08h - 0Ah Nimen laajennus (3 merkkiä)

08h Mikäli ei ole käytössä, kaikkien sisältönä on välilyönti
09h Myös alihakemiston nimi voi sisältää
0Ah nimen laajennuksen

0Bh Tiedoston attribuutti (1 tavu)

Jos tavun kaikki bitit ovat nollia tiedosto voidaan lukea tai sen sisältöä muuttaa ilman rajoituksia

```
7 6 5 4 3 2 1 0   Tavun bitit
. . . . . . . ↑... read only, vain tiedoston lukeminen sallittu
. . . . . .       Yritys kirjoittaa tiedostoon aiheuttaa
. . . . . .       virheilmoituksen
. . . . . ↑..... hidden, piilotettu, ei näy tavallisessa
. . . . . .       hakemistolistauksessa
   . . . . . ↑..... system, systeemitiedosto, ei näy tavallisessa
. . . . .         hakemistolistauksessa
. . . . ↑....... volume label, levyn nimi, ilmoittaa että 11
. . . .           tämän hakemistopaikan ensimmäistä merkkiä (8+3,
. . . .           tiedoston nimi + nimen laajennus) sisältää
. . . .           levyn nimen. Voi olla käytössä vain
. . . .           päähakemistossa
. . . ↑..... subdirectory, alihakemisto
. . ↑..... archive, arkistomääre, asettuu kun tiedostoa
. .               on muutettu. Tätä tietoa käyttävät hyväksi
. .               mm. ohjelmat Backup ja Restore
   ↑ ↑..... unused, käyttämättömiä, asetettu nolliksi
```

0Ch - 15h Varattu DOSin käyttöön (Ah (10) tavua)

16h - 17h Kellonaika jolloin tiedosto luotiin tai viimeiseksi muutettiin (2 tavua)

```
F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0   Tavut 17 ja 16(huomaa järjestys)
. . . . . ↑ ↑ ↑ ↑ ↑...sekunnit/2 (0 - 29)binäärilukuna
. . . . . ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ .....minuutit (0 - 59) binäärilukuna
↑ ↑ ↑ ↑ ↑.....tunnit (0 - 23) binäärilukuna
```

18h - 19h Päivämäärä jolloin tiedosto luotiin tai viimeiseksi muutettiin (2 tavua)

```
F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0   Tavut 19 ja 18(huomaa järjestys)
. . . . . ↑ ↑ ↑ ↑ ↑...päivä (0 - 31) binäärilukuna
. . . . . , , ↑ ↑ ↑ ↑ .....kuukausi (0 - 12) binäärilukuna
↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑.....vuosi (0 - 119) binäärilukuna,
                                vuosi 0 on 1980
```

1Ah - 1Bh Ensimmäisen tilanvarausyksikön numero (2 tavua, LOBYTE, HIBYTE)

Tiedostolle varattujen tilanvarausyksiköiden ensimmäisen tilanvarausyksikön numero.

1Ch - 1Fh Tiedoston koko tavuina,(4 tavua, LOWORD(LOBYTE, HIBYTE), HIWORD(LOBYTE, HIBYTE)

Ensimmäinen sana (16 bittiä) sisältää tiedoston koon vähiten merkitsevän osan, jälkimmäinen eniten merkitsevän osan. Esimerkiksi jos tavuissa on luvut 02 A4 01 00, koko on 0001A402h (107522) tavua.

Vioittunut FAT

Tiedostojen tilanvaraustaulukko voi vioittua käytössä. FAT on varmasti sekaisin tai lukukelvoton mikäli yksi FATin sisältämistä kiintolevyn sektoreista vahingoittuu fyysisesti.

Yleensä vioittuminen kohdistuu FATin loogiseen rakenteeseen. Lievästi vioittunut FAT saadaan yleensä korjattua, korjauksen yhteydessä kuitenkin usein menetetään yksi tai useampi tiedosto. FATin vikoja vastaan levyn varmuuskopiointi on paras suojautumiskeino.

Tyypillisesti vioittuminen tapahtuu silloin, kun tiedoston tallennuksen aikana koneesta katkaistaan virta:

- DOS on kirjoittamassa uutta tiedostoa levylle mutta ei ole vielä muuttanut FATin eikä hakemiston sisältöä. Tiedosto on kyllä levyllä tallessa, mutta DOS ei sitä löydä. Hakemisto ja FAT ovat kunnossa.

- DOS on kirjoittanut tiedoston levylle ja on muuttamassa FATin sisältöä. FAT on koneen seuraavan käynnistyksen jälkeen sekaisin.

- DOS on tallentanut tiedoston levylle ja muuttanut FATin mutta ei ole vielä kirjoittanut hakemistoon ensimmäisen tilanvarausyksikön numeroa. FATissa on kunnossa oleva tilanvarausketju mutta DOS ei tiedä mille tiedostolle se kuuluu.

Ennen kuin otat virran pois koneesta, anna DOSille aikaa tallentaa kaikki tallennettavat tiedostot kiintolevylle tai levykkeelle. Mikäli käytät sellaista välimuistia, joka käyttää viivästettyä kirjoitusta kiintolevylle ja/tai levykkeelle, ole erityisen varovainen. Uusimmat versiot SMARTDRV-ohjelmasta eivät suorita Ctrl-Alt-Del-näppäimillä tehtyä uudelleenaloitusta ennen kuin ne ovat kirjoittaneet välimuistissa olevat tiedostot levylle. Reset-kytkimen painaminen tai virran sammuttaminen koneesta ennen aikojaan saattaa kuitenkin aiheuttaa FATin loogisen rakenteen vioittumisen ja tietojen häviämistä.

Mikäli olet jostakin syystä ollut pakotettu painamaan reset-kytkintä tai sammuttamaan koneen, esimerkiksi kun kone jää jumiin eikä Ctrl-Alt-Del toimi, aja koneen uudelleen käynnistettyäsi ensimmäiseksi CHKDSK-ohjelma. Mikäli kiintolevyllä on useita osioita, tarkista kaiken varalta ne

kaikki.

CHKDSK-ohjelman /F-parametrilla voidaan korjata hieman sekaisin oleva FAT. Uudempien DOS-versioiden SCANDISK-ohjelma pystyy ilmaisemaan ja korjaamaan useampia levyvirheitä kuin CHKDSK.

Tarkista myös että viimeksi käsittelemäsi tiedosto löytyy levyltä. Mikäli sitä ei löydy, on se ollut vain levyn välimuistissa ja virran katkaisun yhteydessä muisti on tyhjentynyt.

CHKDSK-ohjelman antamia virheilmoituksia:

Lost allocation units found
Lost clusters found

Ilmoitus	**Esimerkki**
x lost allocation units found in y chains z bytes disk space would be freed	8 lost allocations units found in 2 chains 65 536 bytes disk space would ne freed

Levyltä on löytynyt tilanvarausyksiköitä, jotka eivät ole vapaita, mutta eivät kuitenkaan kuulu minkään hakemistossa olevan tiedoston tilanvarausketjuun. Tilanvarausyksiköitä löytyi x kappaletta, ne muodostavat y erillistä tilanvarausketjua. Mikäli käytössä oleviksi merkityt x tilanvarausyksikköä merkittäisiin vapaiksi, levylle vapautuisi tilaa z tavua.

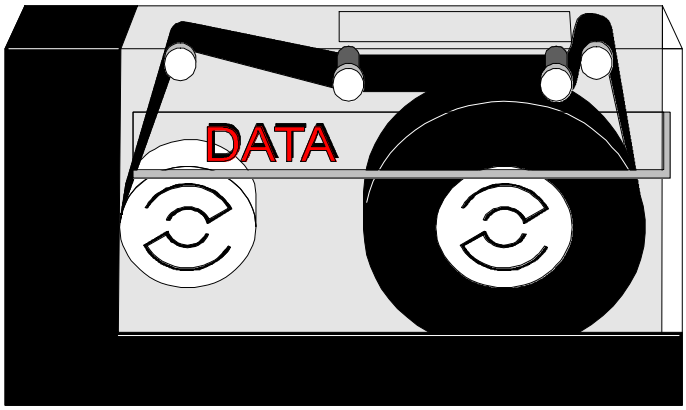
Nauha-asemat

Nauha-asema on tarkoitettu kiintolevyn varmuuskopiointiin. Toissijaisesti sitä voi käyttää suurikapasiteettisena arkistointimassamuistina (alle 10 vuotta), joskin optiset apumuistit ovat luotettavampia pitkäaikaisessa säilytyksessä (yli 10 vuotta).

Nauha-asemien tallennuskapasiteetit vaihtelevat nauha-asematyypeittäin 40 megatavusta useisiin gigatavuihin. Yleisimmät nauha-asematyypit ovat QIC, Travan, DAT ja 8 mm videonauha. Kiintolevyjen tallennuskapasiteettien kasvaessa myös tarve suurikapasiteettisiin nauha-asemiin kasvaa. Nykyisillä nauha-asemilla saavutetaan jo useiden gigatavujen tallennuskapasiteetti ja odotettavissa on, että lähivuosina tallennuskapasiteetit vielä moninkertaistuvat.

Nauha-asemaa hankkiva voi helposti saada väärän kuvan nauha-aseman tallennuskapasiteetista. Esimerkiksi monien QIC-80-nauha-asemien tallennuskapasiteetiksi ilmoitetaan 250 megatavua ja luku 250 tyypillisesti esiintyy myös nauha-aseman nimessä. QIC-80-standardin mukainen nauha-asema käyttää kuitenkin DC2000- ja DC2120-minikasetteja, joiden tallennuskapasiteetti on 80 megatavua ja 120 megatavua. Suuremmat tallennuskapasiteetit saadaan käyttämällä tiedon pakkausta ja tällöinkin lopullinen tiivistyssuhde riippuu tiivistysalgoritmin tehokkuudesta ja siitä, miten hyvin varmuuskopioitavat tiedostot tiivistyvät.

Yleisen käytännön mukaan nauha-asemille ilmoitetaan kaksinkertainen tallennuskapasiteetti tiivistystä käytettäessä. Joihinkin nauha-asemiin saa erikoisohjaimia, jotka suorittavat tiivistyksen laitetasolla.



Kuva: Nauhakasetti.

Tallennustekniikat

Nauhoille voidaan tallettaa tietoa kahdella eri menetelmällä

- Lineaarinen nauhoitus *(Linear Recording)*
- Viistopyyhkäisynauhoitus *(Helical Scan Recording)*

Lineaarinen nauhoitus tarjoaa paremman suorituskyvyn, mutta viistopyyhkäisymenetelmä suuremman tallennuskapasiteetin. DAT-nauhurit käyttävät viistopyyhkäisyä kun taas QIC-standardi lineaarista menetelmää.

Lineaarisella menetelmällä tieto kirjoitetaan nauhaan nauhan suunnassa. Luku/kirjoituspäitä voi olla useita vierekkäin, esimerkiksi kaksi tai neljä, jolloin saavutetaan suurempi tiedonsiirtonopeus.

Viistopyyhkäisymenetelmässä luku- ja kirjoituspäät on sijoitettu videonauhurin tapaan sylinterimäiseen pyörivään rumpuun, joka on vinossa nauhan kulkusuuntaan nähden. Nauhalle syntyy viistopyyhkäisyura, jonka pituus on huomattavasti suurempi kuin nauhan todellinen pituus.

Tallennettavan tiedon määrää kasvatetaan edelleen käyttämällä kahta luku/kirjoituspääparia, joiden pyyhkäisyurat ovat 40 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Luku- ja kirjoituspäät on järjestetty siten, että kutakin tallennuspyyhkäisyä seuraa lukupyyhkäisy, jolla tallennuksen onnistuminen saadaan varmennettua.

Nauha-asematyypit

Nauha-asemissa käytetään erilaisia nauhastandardeja, joita esitellään tässä luvussa.

QIC-nauha-asemat

QIC-nauha-asemat (*Quarter Inch Cartridge*) käyttävät nauhakasetteja, joissa nauhan leveys on 1/4 tuumaa (6,35 mm). QIC-standardia kehittää kansainvälinen Quarter Inch Cartridge Drive Inc -järjestö.

QIC-nauha-asemista on kaksi perustyyppiä, jotka ovat:

- Minikasetti
- Täysikokoinen kasetti

QIC-nauhalla on yleensä 20 tai 32 uraa, joille tieto tallennetaan serpentiinimäisesti 512 tai 1 024 tavun lohkoissa. Nauhan päättyessä nauhan suunta muutetaan ja lukupää siirtyy lukemaan kulkusuunnasta riippuen ylempää tai alempaa uraa.

Minikasetteja käyttävistä asemista on malleja 40 megatavusta 4 gigatavuun. Tiedonsiirtonopeus vaihtelee välillä 31 - 266 kt/s. Yleisin minikasetteja käyttävä nauha-asematyyppi on QIC-80, joka tallentaa normaalipituiselle nauhalle 80 megatavua ja erikoispitkälle nauhalle 120 megatavua. Minikasetteja käyttävät nauha-asemat liitetään asemasta riippuen SCSI-väylään, omaan ohjainkorttiin, levyasemaohjaimeen tai IDE-liitäntään.

Myös rinnakkaisliitäntää käyttäviä ulkoisia malleja on. Levykeasemaohjaimeen liitettävä malli voidaan liittää levykeasemien ohjauskaapelissa B-levykeaseman liittimeen tai erillisen ryöstökaapelin avulla kolmanneksi asemaksi, jos mikrossa on entuudestaan kaksi levykeasemaa. QIC-80 osaa lukea myös QIC-40:llä tallennettuja kasetteja.

Täysikokoista QIC-kasettia käyttävät nauha-asemista on malleja 60 megatavusta lähtien 13 gigatavuun tiedonsiirtonopeuden vaihdellessa välillä 90 - 600 kt/s. Asemat liitetään omaan ohjainkorttiin tai SCSI-väylään. Levykeasemaan liitettäviä malleja ei ole. Monet mallit kykenevät alustamaan nauhan samalla kun siihen tallennetaan, mikä nopeuttaa varmuuskopiointia minikasettia käyttäviin QIC-nauha-asemiin verrattuna.

Käytännön tasolla QIC on löyhä standardi ja QIC-kasetteja käyttävistä nauha-asemista onkin toisistaan poikkeavia toteutuksia. Esimerkiksi Irwinin QIC-80-nauha-asemat käyttävät servo-ohjausta lukupään kohdistuksessa eivätkä tavalliset QIC-80 -asemat kykene lukemaan Irwin-asemalla alustettuja.

Minikasettia käyttävät nauha-asemat soveltuvat henkilökohtaiseen varmistukseen kun taas suurikapasiteettiset täyskokoista QIC-kasettia käyttävät nauha-asemat verkkopalvelimia varten.

Minikasettia käyttävät nauha-asemat

Tyyppi	Kasetti	Tallennus-kapasiteetti	Luku-yhteensopivuus
QIC-40	DC2000	40 Mt	
QIC-80	DC2080	80 Mt	40
	DC2120	120 Mt	
	QIC-159	208 Mt	
	QIC-160	170 Mt	
QIC-100	DC2000	20/40 Mt	
QIC-128	DC2110	86 Mt	100
	DC2165	128 Mt	
QIC-3010	QIC-143	340 Mt	40/80
	QIC-148	425 Mt	
QIC-3020	QIC-143	680 Mt	40/80
	QIC-148	833 Mt	3010
QIC-3030	QIC-143	580 Mt	
QIC-3040	QIC-143	840 Mt	
	QIC-148	1 Gt	
QIC-3050	QIC-143	1 Gt	
QIC-3070	QIC-138	4 Gt	3030
QIC-3080	QIC-152	1,6 Gt	
	QIC-156		
QIC-3110	QIC-153	2 Gt	

Täysikokoista kasettia (5,25") käyttävät nauha-asemat

QIC-24-DC	DC600A	60 Mt	
QIC-120-DC	DC6150	125 Mt	24
QIC-150-DC	DC6250	250 Mt	24/120
	DC6150	150 Mt	
QIC-525-DC	DC6525	525 Mt	120/150
	DC6320	320 Mt	
QIC-1000-DC	QIC-136	1,2 Gt	120/150/525
QIC-1350-DC	QIC-137	1,6 Gt	525/1000
QIC-2GB-DC	QIC-136	2,5 Gt	120/150/525/1000
QIC-2100-DC	QIC-137	2,6 Gt	525/1000/1350
QIC-5GB-DC	QIC-137	5 Gt	24/120/150/525 1000/1350/2GB/2100
QIC-5010-DC	QIC-139	13 Gt	150/525/1000 1350/2100

Travan

Travan on melko uusi nauhastandardi. Sen etuina on suuri tallennuskapasiteetti ja nauhayhteensopivuus QIC-nauhakasetteihin.

Kuva: Ulkoinen Travan 4 -nauha-asema.

Neljä Travan-nauhakasettikokoa ovat

- TR1 400 Mt
- TR2 800 Mt
- TR3 1 600 Mt
- TR4 4 000 Mt

Monesti mainoksissa ilmoitetaan kaksinkertainen koko, joka saadaan aikaan pakattuna. Täytyy muistaa, että pakattua tai muuten tiiviissä muodossa olevaa tietoa mahtuu vain kasetin oikean koon verran. Toinen pakkauskerta ei enää tiivistä tietoa.

Travan-asemat käyttävät QIC-80Travan-nauhakasetteja, joilla saavutetaan suurin kapasiteetti. Asemat pystyvät myös lukemaan ja kirjoittamaan QIC-80-, QIC-80XL- ja QIC-80Wide-kaseteille. Näihin voidaan tietenkin tallettaa vain niiden mahdollistamat kapasiteetit. Travan-kasettien nauhaleveys on 0,315 tuumaa.

Seuraavassa taulukossa on Travan-nauhojen tärkeimmät ominaisuudet.

Travan				
	TR1	**TR2**	**TR3**	**TR4**
Kapasiteetti	400 Mt	800 Mt	1,6 Gt	4 Gt
Pakattu kapasiteetti	800 Mt	1,6 Gt	3,2 Gt	8 Gt
Tiedonsiirtonopeus minimi (kt/s)	62,5	62,5	125	567
Tiedonsiirtonopeus maksimi (kt/s)	125	125	250	567
Liitäntä	Levykeasema	Levykeasema	Levykeasema	SCSI/IDE
Yhteensopivuus	QIC-80	QIC-3010	QIC-3020/3010	QIC-3080/3095

Näiden neljän Travan-standardin jälkeen on tulossa TR5-standardi, jonka koko tulee olemaan noin 10 - 12 gigatavua.

DAT

DAT-nauhuri (*Digital Audio Tape)* käyttää pienikokoista kasettia, jossa nauhan leveys on 4 millimetriä ja pituus 60, 90 tai 120 metriä. Nykyisten DAT-asemien tallennuskapasiteetit vaihtelevat 1,3 gigatavusta 16 gigatavuun. Jotkut DAT-asemat ovat makasiinimallisia, eli niihin voidaan syöttää useita kasetteja kerralla. Näin saavutetaan jopa useiden kymmenien gigatavujen kokonaiskapasiteetti.

Tallennusnopeus on suuri verrattuna muihin nauharatkaisuihin. Itse nauhat ovat edullisia, mutta asemien hinnat ovat melko kalliita.

Kuva: Ulkoinen DAT-nauha-asema.

Tallennusmuoto on digitaalinen eli päinvastoin kuin useimmissa muissa nauha-asematyypeissä, joissa tallennusmuoto on analoginen. DAT-asemassa käytetään viistopyyhkäisymenetelmää, jolla saavutetaan suuri tallennustiheys.

DAT-laitteet jaetaan kahteen eri standardiin:

- DDS (*Digital Data Storage*)
  DDS on yleisin muoto ja siinä tiedot kirjoitetaan peräkkäisessä muodossa.

Nauhakoot		
Standardi	**Nauhan pituus**	**Pakkaamaton kapasitetti**
DDS	60 m	1,3 Gt
DDS	90 m	2 Gt
DDS-2	120 m	4 Gt
DDS-3	125 m	12 Gt

- Data/DAT
  Tämä Hitachin kehittämä menetelmä mahdollistaa tietojen kirjoittamisen edellisten päälle, jolloin parannetaan tilankäytön tehokkuutta.

Lisäksi on olemassa DDS-DC-standardi, joka käyttää pakkausta.

DLT

DLT *(Digital Linear Tape)* on lähinnä verkkopalvelimien varmistukseen tarkoitettu nauha-asema. Se käyttää digitaalista tallennusmenetelmää, mutta DAT-asemista poiketen lukupää ei pyöri vaan on kiinteämpi.

Tallennus suoritetaan serpentiinimäiselle uralle (128 uraa nauhan leveydellä). Tämä nopeuttaa satunnaishakuja, sillä DLT-asema voi suoraan siirtyä lukemaan nauhalla ylempänä tai alempana olevaa uraa.

DLT-nauhureiden pakkaamattomat tallennuskapasiteetit ovat 10, 20 tai 35 gigatavua. 10 ja 20 gigatavun nauhoissa lukupää on suorassa kulmassa uraan nähden. 35 megatavun mallissa lukupää on viisto.

Jatkuvat tiedonsiirtonopeudet vaihtelevat 1,25 megatavusta noin 5 megatavuun sekunnissa.

8 mm videonauha

8 mm videonauhaa käyttävät nauhurit pohjautuvat Exabyte Corporationin kehittämään menetelmään, joka tallentaa nauhasta riippuen 2,5 tai 3,5 gigatavua tiivistämättä kahdeksan millimetriä leveälle nauhalle (tiivistettynä enimmillään 25 gigatavua).

DAT-aseman ja kuvantallennukseen käytettävien videonauhureiden tapaan nauha-aseman lukupää on pyörivä ja sijaitsee vinossa nauhaan nähden.

D/CAS

D/CAS on Teacin kehittämä nauhatyyppi, jota käyttävät jotkut Teacin nauha-asemat. Nauha-asemien kapasiteetit ovat 20, 60, 150 ja 600 megatavua tiedonsiirtonopeuden vaihdellessa välillä 90 - 242 kt/s.

9 TRACK

9 track-nauha on vanha varmistusmedia, joka tarjoaa standardin tavan myös tietojen siirtoon eri laiteympäristöjen välillä. Nauhat sijaitsevat avokeloilla ja niitä käyttävät nauha-asemat ovat suurikokoisia. Nauhan tyypillinen tallennuskapasiteetti on noin 150 megatavua.

Varmistusohjelmat

Nauhavarmistimen mukana seuraa yleensä nauhavarmistusohjelma. Tällöin on hyvä varmistaa Windows 95- ja Windows NT -käytössä, että ohjelma tukee pitkiä tiedostonimiä ja kykenee tallentamaan ja palauttamaan myös järjestelmärekisterit. Vanhemmat ohjelmat tukevat vain lyhyitä tiedostonimiä, joiksi ne typistävät pitkät tiedostonimet. On myös syytä suorittaa koevarmistus palautuksineen kohtalaisen suurella tietoaineistolla ennen oikeiden varmistusten ottamista.

DTA *(Direct Tape Access)* on ohjelmallinen menetelmä, jolla nauha-asema saadaan näkymään käyttöjärjestelmälle WORM-aseman tapaan. Tällöin tiedostoja voidaan kopioida nauha-aseman ja levyasemien välillä käyttöjär-

jestelmän suomin menetelmin ilman erillistä nauhavarmistusohjelmaa.

Varmistusmenetelmät

Kiintolevyn varmistus suoritetaan joko nauha-aseman mukana seuraavalla varmistusohjelmalla tai erillisellä kaupallisella varmistusohjelmalla. Yleisesti käytettyjä varmistusmenetelmiä ovat täysi varmistus, lisäävä varmistus ja erotteleva varmistus. Käyttökelpoisia ovat myös täysi kopio ja lisäävä kopio.

Täysi varmistus *(Full Backup*) varmistaa kaikki valitut tiedostot huolimatta siitä, ovatko valitut tiedostot jo aiemmin varmistettu. Tyypillisesti täysi varmistus suoritetaan aloitettaessa varmistusjakso.

Lisäävä varmistus (*Incremental Backup*) varmistaa vain ne tiedostot, jotka ovat muuttuneet edellisen täyden varmistuksen tai lisäävän varmistuksen jälkeen. Jos esimerkiksi täysi varmistus suoritetaan perjantai-iltaisin ja inkrementaalinen varmistus kaikkina muina arki-iltoina, voidaan palauttaa minkä tahansa arki-illan tilanne edelliseen perjantaihin asti. Palautus suoritetaan kaikilta varmistussarjoilta perjantai-illasta lähtien haluttuun arki-iltaan asti.

Erotteleva varmistus *(Differential Backup*) varmistaa vain ne tiedostot, jotka ovat muuttuneet edellisen täyden varmistuksen jälkeen. Inkrementaaliseen varmistukseen verrattuna aikaa kuluu enemmän, mahdollisesti myös nauhatilaa, mutta palautukseen tarvitaan vain perjantai-illan ja palautettavan arki-illan varmistussarjat.

Täysi kopio (*Full Copy*) mahdollistaa valittujen tiedostojen tallennuksen nauhalle esimerkiksi arkistointi- tai siirtotarkoituksessa häiritsemättä menossa olevaa varmistusjaksoa.

Lisäävä kopio *(Incremental Copy*) on täyden kopion tapaan tarkoitettu tiedostojen tallennukseen nauhalle häiritsemättä menossa olevaa varmistussykliä. Täyden kopion sijaan lisäävä kopio tallentaa ne tiedostot, jotka ovat muuttuneet sitten edellisen täyden varmistuksen tai inkrementaalisen varmistuksen jälkeen.

Varmuuskopiointiin ja sen tärkeyden korostamiseen ei koskaan voi kiinnittää liikaa huomiota!

9. NÄYTÖNOHJAIN

Näyttö *(Monitor, Display)* ja näytönohjain *(Graphics Card)* muodostavat yhdessä toimivan parivaljakon. Näytönohjain muodostaa halutun kuvan, jonka se lähettää näytölle. Näyttö toistaa tulevan tiedon, jonka käyttäjä näkee.

Nykyisin näytönohjaimet ovat SuperVGA-ohjaimia, jotka kykenevät esittämään varsin suuria näyttötarkkuuksia suurilla värimäärillä.

Tyypilliset kuvatarkkuudet ovat esimerkiksi

- 640x480 / 256 väriä
- 800x600 / 256 tai 65 000 väriä
- 1024x768 / 256 tai 65 000 väriä

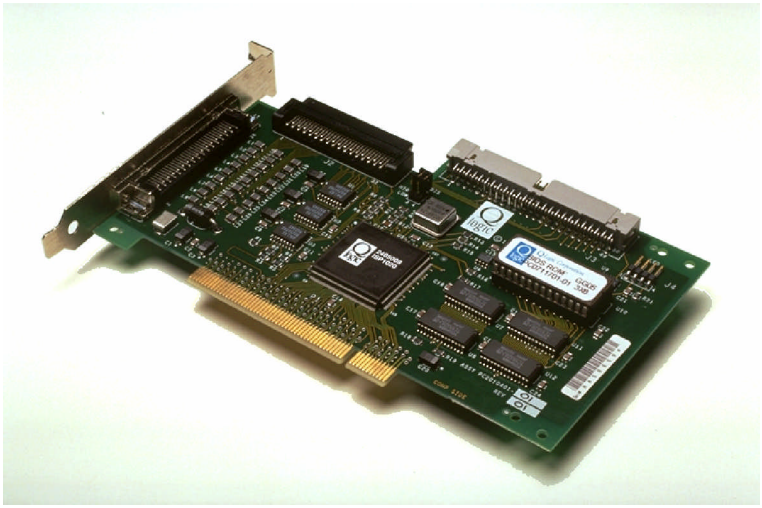
Sekä näytön että näytönohjaimen on kyettävä esittämään haluttu kuvatarkkuus. Jos toisen ominaisuudet eivät riitä suureen kuvatarkkuuteen, on käytettävä pienempää, jota molemmat tukevat.

Värien määrän määrää näytönohjain. Värinäyttö pystyy aina esittämään täydet 16 miljoonaa väriä.

Erityisesti siirtyminen merkkipohjaisista sovelluksista Windowsin ja OS/2:n kaltaisiin graafisiin moniajoympäristöihin on asettanut näytönohjaimille suuria vaatimuksia, jotta näytönohjaimesta ei muodostuisi mikron käyttöä hidastavaa pullonkaulaa. Mitä nopeammin näytönohjain suorittaa toiminnot, sitä nopeammin prosessori pääsee suorittamaan seuraavia tehtäviään.

Aiemmin näytön nopeus- ja muihin suorituskykyongelmiin on törmätty vain erikoisaloilla, kuten CAD-suunnittelussa, kuvankäsittelyssä ja julkaisutoiminnassa. Nykyään jo perustekstinkäsittely asettaa näytönohjaimen koville.

Näytönohjain on usein erillinen kortti, joka siirtää tiedon näytölle. Toinen vaihtoehto on näytönohjaimen sijaitseminen emolevyllä. Näyttötarkkuus, virkistystaajuus ja värien määrä riippuvat näytönohjaimesta. Tietenkin myös näytön on kyettävä vaadittuun tarkkuuteen ja virkistystaajuuteen.



Kuva: PCI-näytönohjain.

Näytönohjaimissa on lukuisia eroja niin nopeudeltaan, toiminnaltaan kuin rakenteeltaankin.

Ensimmäinen lähtökohta on näytön liitäntätyyppi. Näytönohjain on lähes aina erillisellä ohjainkortilla, joka asennetaan laajennuspaikkaan. On suositeltavaa käyttää paikallisväylänäytönohjaimia, jotka toimivat huomattavasti nopeammin kuin ISA-näytönohjaimet. Emolevyllä olevat näytönohjaimet voivat olla toteutettu kummalla liitäntäratkaisulla tahansa.

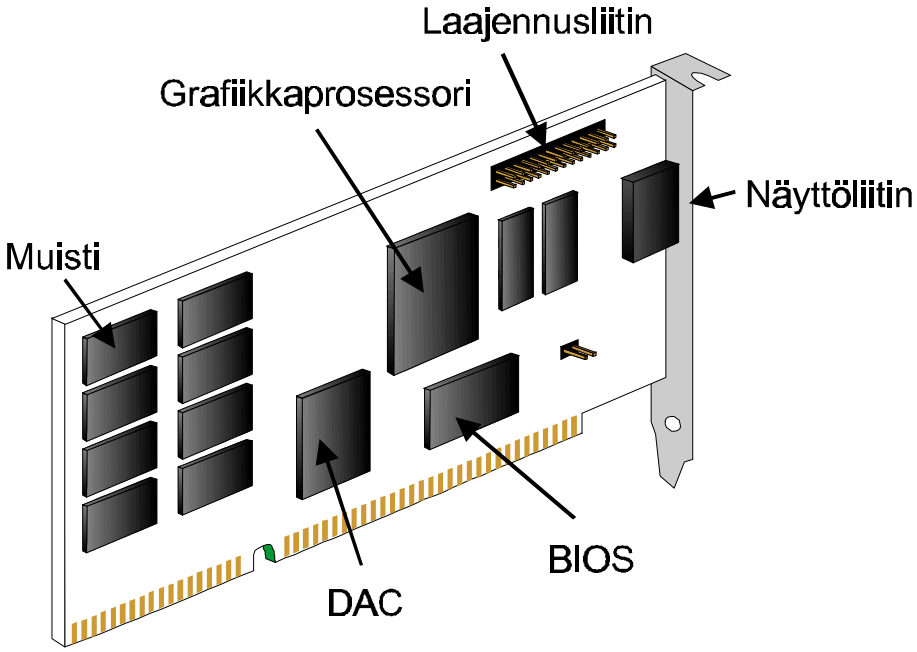
Näytönohjaimen muistin määrä ratkaisee esitettävän kuvatarkkuuden ja värien määrän. Sen rakenne vaikuttaa nopeuteen.

Grafiikkakiihdytin on ensisijaisen tärkeä nopeuden mittari. Mitä paremmin se on suunniteltu, sitä nopeampaa näytönohjaus on.

Näistä ja muista näytönohjauksen asioista kerromme seuraavissa luvuissa.

Pääosat

Näytönohjaimen perusosia ovat näyttömuisti, grafiikkaprosessori, BIOS, RAMDAC, laajennusliitin ja näyttöliitin.



Kuva: Näytönohjaimen pääosat.

Jokaisella pääosalla on omat tehtävänsä. Joissakin näytönohjaimista osa piireistä voi olla yhdessä monitoimipiirissä. Se säästää kustannuksia ja joissakin tapauksissa myös nopeuttaa toimintoja.

Pääosat ja niiden tehtävät kerrotaan seuraavana.

Grafiikkaprosessori

Grafiikkaprosessori *(Graphic Processor, Chipset)* suorittaa ja kiihdyttää graafisia funktioita. Mitä tehokkaampi grafiikkaprosessori on, sitä nopeampaa kuva saadaan piirrettyä näytölle. Uusimmat grafiikkaprosessorit ovat 64- tai 128-bittisiä. Joissakin tapauksissa RAMDAC voi olla yhdistettynä grafiikkaprosessoriin.

9. Näytönohjain

Näytönohjaimen grafiikkaprosessoreita kutsutaan toisinaan myös grafiikkakiihdytin-nimellä. Sana tulee siitä, että siihen on integroitu näytönpäivitystä nopeuttavia funktioita.

Grafiikkaprosessori suorittaa graafiset toiminnot. Mitä nopeampi se on, sitä nopeammin kuvat piirtyvät näytölle.

Kaikki nykyiset näytönohjaimet käyttävät kiihdytinpiirejä. Kiihdytystoimintoja on lukuisia erilaisia, ja niiden suoritustavat myös eroavat toisistaan. Siksi näytönohjainten suorituskyvyt ovat erilaisia.

Kiihdytinpiirit voivat olla joko 2D- tai 3D-piirejä tai molempia yhtä aikaa. Seuraavassa luvussa kiihdytyserot on kerrottu tarkemmin.

Yleisimpiä kiihdytinpiirivalmistajia ja 2D-kiihdytinpiirejä on lueteltu seuraavassa listassa.

- **ATI**: Mach 64
- **Advance Logic Inc.**: QUIEngine (ALG 2101), GUI-Ultra (ALG2201)
- **Chips & Technogies Inc**: Wingine (64200), C&T 82C481
- **Cirrus Logic:** GXD 56xx, GLGD-5446
- **Compaq**: Compaq 128084
- **Headland Technology**: HT216
- **IIT**: UV6000, AGX-014, AGX-015
- **Matrox**: MGA
- **Primus Technology**: P2000, P3000
- **S3**: Vision864, 964, 868, 968, Trio32, Trio64
- **Trident**: Storm DG TGUI9420, Storm VG TGUI9430
- **Tseng Laboratories**: ET4000/W32
- **Weitek**: W5186, W5286, Power9000, Power9100
- **Western Digital**: WD90C31, WD90C33

2D/3D-kiihdytyspiirejä ovat muun muassa

- ATI 3D Rage II
- Rendition Verite 1000
- S3 ViRGE, S3 ViRGE/VX
- Matrox MGA-1064SG
- Permedia

3D-kiihdytinpiirejä ovat muun muassa

- 3Dfx Voodoo Graphics
- NEC Power/VR
- Pyramid 3D

Kiihdytetyt toiminnot

Kiihdytetyt toiminnot voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään:

- **2D** (tavallinen ohjelma Windowsissa ja DOSissa)

  Hyöty: näytölle piirtäminen nopeutuu, jolloin koko mikron käyttökin on nopeampaa.

- **3D** (kolmiulotteiset ohjelmat, kuten pelit). Huomaa, että käytettävän ohjelman täytyy tukea 3D-käskykantaa, jotta 3D-ominaisuudet voidaan ottaa käyttöön.

  Hyöty: 3D-ohjelmat nopeutuvat huomattavasti ja niiden ulkonäkö saadaan näyttämään luonnonmukaisemmalta erilaisten tekstuurien ja efektien avulla.

Näytönohjaimet voidaan vastaavasti jakaa kolmeen pääryhmään:

- **2D-ohjain** toimii kaikilla ohjelmilla. Vanhemmat näytönohjaimet ovat kaikki 2D-ohjaimia. Nopeutta vaativissa, 3D-toimintoja tukevissa peleissä ratkaisu on kuitenkin hidas.

- **3D-ohjain** vaatii rinnalleen aina 2D-ohjaimen. 3D-toiminnot suoritetaan 3D-ohjaimessa ja 2D-toiminnot 2D-ohjaimessa. Huomaa, että ohjelma ei toimi 3D-kiihdytettynä ikkunoituna. Sen täytyy olla koko ruudun kokoinen, jolloin 2D-ohjainta ei käytetä.

- **2D/3D-ohjain** toimii molemmissa tiloissa. Nämä ovatkin yleisimmät ja samalla käyttökelpoisimmat ohjaimet.

Kiihdytettyjä toimintoja käytetään Windows 95:ssä DirectX-rajapinnan kautta. Se sisältää niin 2D- *(DirectDraw)* kuin 3D- *(Direct3D)* funktioiden ohjaukset ja käytöt. Jotta kiihdytettyjä toimintoja voidaan käyttää, on ohjelman itse niitä käytettävä.

Tyypillisesti 2D-kiihdytettyjä toimintoja näytönohjaimessa ovat:

Viivanpiirto (*Line Draw*)

piirtää viivan pisteestä toiseen.

Kuviotäyttö (*Pattern Fill*)

täyttää rajoitetun alueen määrätyllä kuviolla.

Suorakaide- ja monikulmiotäyttö (*Rectangle Fill/Polygon Fill*)

nopeuttavat värillisten kuvioiden piirtämistä.

Bittilohkosiirto (*BitBlt*)

siirtää suorakaiteen muotoisen alueen.

Leikkaus (*Clipping*)

on toiminto, jossa määrätyn kehyksen ulkopuolelle kohdistuvat piirtotoiminnot jäävät näkymättömiin. Jos esimerkiksi koko näyttöalueen alapuolinen osa on määritelty kehykseksi ja ylhäältä piirretään viiva alas, ei piirretystä viivasta näy kuin kehyksen sisäpuolelle jäävä osa.

Laitetason kursoria (*Hardware Cursor*)

tukevat kiihdytinpiirit huolehtivat kursorin piirrosta ohjelmallisen toteutuksen sijaan.

Rasterioperaatiot *(Raster Operations)*

ovat loogisia operaatioita, joita käyttäen esimerkiksi piirretyn viivan väri voidaan määrätä sen alle jäävän alueen värin käänteisväriksi.

Grafiikkavälimuisti (*Off Screen Caching, Bitmap Caching*)

ei ole niinkään kiihdytinpiirin toiminto vaan näyttöajurin käyttämä kikka erityisesti Windowsissa. Siinä näyttöalueen ulkopuolelle jäävää näyttömuistia käytetään varastona, johon tallennetaan bittigrafiikkaa. Jos ohjelma piirtää saman grafiikan uudestaan, voidaan se piirtää nopeasti kiihdytinpiirin bittilohkosiirtokomentoa käyttäen. Näyttöajurin toteutuksesta riippuen grafiikkavälimuisti voi tapauskohtaisesti nopeuttaa tai hidastuttaa näytönpäivitystä.

Grafiikkavälimuisti voi hämätä Windows-testiohjelmia, jotka mittaavat muistilohkosiirron nopeutta muistista näyttöön. Testi toistetaan yleensä lukuisia kertoja käyttäen samaa siirtoaineistoa.

Todellisuudessa muistista-näyttöön-operaatio suoritetaan vain kerran, jonka jälkeen suoritetaan vain näytöstä-näyttöön-operaatioita.

Videokuvan

nopeuttamistoimintoja käytetään monipuolisimmissa näytönohjaimissa. Tällaisella näytönohjaimella videokuvien esitysnopeus voi nousta esimerkiksi 15:sta 30:een kuvaan sekunnissa.

Tyypillisiä 3D-kiihdytettyjä toimintoja näytönohjaimessa ovat:

Alfa-sekoitus *(Alpha-blending)*

Objekteihin, kuten tuli ja pöly, saadaan läpinäkyvyyttä, jolloin tulos näyttää aidommalta.

Anti-aliasiointi *(Anti-aliasing)*

Objektien ääriviivojen ja värialueiden reunoja tasoitetaan, jolloin ne eivät näytä liikaa sahalaitaisilta.

Bi-lineaarinen suodatus *(Bi-linear Filtering)*

Tekstuurikuvioiden pehmennys, joka vähentää pikselöitymisilmiötä.

MIP-mappaus *(MIP Mapping)*

Tekstuurikuvioita tallennetaan useina eri kokoina, jolloin voidaan valita se oikea koko tilanteen mukaan. Lähellä olevalle objektille valitaan isompi ja kauemmalle pienempi tekstuuri.

Perspektiivikorjattu mappaus *(Perspective Mapping)*

Bittikarttakuvaa voidaan muuttaa, kun tarkastelukulma muuttuu.

Sumu *(Fog)*

Näytölle saadaan sumuinen kuva.

Tekstuurit *(Textures)*

Bittikarttakuva, jota käytetään objektien päällystämiseen. Esimerkiksi taivas pilvineen, aavikon hiekka tai rekka-auton rengas voi olla tekstuurilla toteutettu.

Z-puskuri *(Z-buffering)*

Tässä metodissa kaikki näytöllä esitettävä informaatio lasketaan myös syvyyssuunnassa. Huomaa, että tämän käyttäminen vaatii runsaasti näyttömuistia.

Muisti

Näytönohjaimen muistissa *(Video Memory, Frame Buffer)* pidettään näytöllä esitettävän kuvan tietoja. Mitä enemmän muistia on sitä enemmän värejä ja suurempia kuvatarkkuuksia voidaan esittää. Koko kuva väriarvoineen on oltava muistissa ennen kuin se siirretään eteenpäin näytölle. Muistin nopeus vaikuttaa näytönohjaimen nopeuteen ja kuvataajuuksiin.

Näyttömuisti on yleensä toteutettu joillakin seuraavassa listassa olevista piireistä.

- DRAM
- EDO-RAM
- VRAM
- WRAM
- SGRAM

Listassa piiritekniikat ovat nopeusjärjestyksessä DRAMin ollessa hitain ja WRAMin ja SGRAMin nopein.

VRAM ja WRAM ovat ainoita kaksiporttisia muistipiirejä. Niiden etuna on se, että piirtoa ja näytönvirkistystä voidaan suorittaa yhtä aikaa. Tällöin nämä toiminnot yhdessä ovat jo 50% nopeampia kuin muissa piiritekniikoissa.

SGRAM on uusimmissa nopeissa näytönohjaimissa. Tämä synkroninen muistipiiri on hyvin nopea, mutta myös kallis ratkaisu.

Tarkemmin piiritekniikoista on luvussa Muistien piiritekniikat.

Hidas muistipiiri aiheuttaa sen, että RAMDAC-piiri joutuu odottamaan aina kun prosessori tai ohjainpiiri päivittää näyttömuistia (esimerkiksi piirtää pisteen). Vastaavasti näyttömuistia ei voida päivittää RAMDAC-piirin lukujakson aikana. Pienillä resoluutioilla ja värimäärillä (esimerkiksi VGA-tilassa) tällä ei ole käytännön merkitystä. Ilmiö vaikuttaa myös siihen, miten suuria kuvataajuuksia näytönohjain tukee.

Nopeiden kaksiporttiarkkitehtuurilla toimivien piirien ansiosta näyttömuistiin voidaan tallentaa tietoa samalla kun sitä luetaan. Tämä nopeuttaa näytön päivitystä ja mahdollistaa suuremmat kuvataajuudet.

Näytönpäivitystä voidaan edelleen nopeuttaa toteuttamalla joitakin alkeistason graafisia toimintoja piiritasolla itse näytönohjaimessa. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi viivan piirto ja suorakaiteen muotoisten alueiden siirto ja täyttö. Tällaiset kiihdytetyt toiminnot ovat merkittävin yksittäinen tekijä erityisesti Windowsin näytönpäivitystä nopeutettaessa. Näytönohjaimen BIOS toimii standardiliityntänä esimerkiksi eri näyttötilojen valintaan ja kursorin ohjaukseen tekstipohjaisissa ohjelmissa.

RAMDAC

RAMDAC *(Read Access Memory Digital to Analog Converter)* lukee digitaalisen tiedon muistista ja muuttaa sen analogiseen muotoon näyttöä varten. RAMDACin taajuus vaikuttaa esitettävään kuvataajuuteen.

Liitännät

Näytönohjaimessa on aina liitin näytölle sekä väylälle. Joissakin ohjaimissa on myös laajennusliitäntä

Näyttöliitäntä

Näyttöliitäntä on joko digitaalinen tai analoginen. Digitaalisessa TTL-liitännässä yksittäisellä värisignaalilla on vain yksi intensiteettiarvo, digitaalisessa RGB-liitännässä on kaksi intensiteettiarvoa.

Analogisessa liitännässä yksittäisellä värisignaalilla voi olla teoriassa ääretön määrä intensiteettiarvoja, joka tarkoittaa rajatonta määrää värejä.

VGA-näytöt ovat analogisia, ja ne mahdollistavat värimäärät 16 miljoonaan asti.

Laajennusliitäntä

Laajennusliitäntä *(Passthrough, Feature)* on lähes kaikissa näytönohjaimissa. Se on alunperin tarkoitettu liittämään VGA-näytönohjaimen rinnalle 8514/A-näytönohjain tai erikoisnäytönohjain. Nykyisin laajennusliitäntää käytetään yhdessä TV- tai videokortin kanssa.

Laajennusliittimen ideana on tarjota hyvin nopea pääsy näyttömuistiin ohittamalla mikron prosessori. Muutoin esimerkiksi MPEG-kortin tarvitsema nopea väylä ei ole mahdollista toteuttaa.

26-piikkinen VESA-liitäntä on yleisimpänä standardina, mutta myös muita eksoottisempia liitinstandardeja on käytössä.

VESA-laajennusliitäntä on 8-bittinen ja sen teoreettinen nopeus on 40 megatavua sekunnissa. VESA:n kehittämä uudempi VAFC-laajennusliitäntä (Vesa Advanced Feature Connector) on 16- ja 32-bittinen laajennus, jonka nopeus on 75 megatavua sekunnissa 16-bittisenä ja 150 megatavua sekunnissa 32-bittisenä. VAFC tukee video-overlay-toimintoa 1024 x 768 pisteen tarkkuudella 16-bittisenä ja 1280 x 1024 pisteen tarkkuudella 32-bittisenä.

Joissakin näytönohjaimissa voi olla oma laajennusliitäntä tai jokin harvinaisempi standardi. Huomaa, että näihin voi kytkeä vain niitä varten suunniteltuja ohjainkortteja.

Väyläliitäntä

Väyläliitäntä on näytönohjaimen alareunassa. Nykyaikaisia kiihdytinpiirillä varustettuja näytönohjaimia valmistetaan pääasiassa vain PCI-väylään. ISA- ja VLB-väyläiset näytönohjaimet ovat käymässä harvinaisiksi ja ne ovat käytännössä jo poistuneet markkinoilta. Tähän on suurimpana syynä ISA-väylän 16 bitin leveys ja kahdeksan megahertsin kellotaajuus, jotka muodostavat näytönpäivitystä hidastavan pullonkaulan erityisesti resoluution ja värien määrän kasvaessa.

32- ja 64-bittinen 25 - 33 megahertsin taajuuksilla toimiva PCI-väylä on huomattavasti nopeampi. VLB häviää markkinoilta, koska se ei toimi rakenteellisista syistä nopeissa mikroissa.

BIOS

Näytönohjaimen BIOSia kutsutaan myös nimellä VGA-BIOS. Jos on vaaraa sekoittaa näytönohjaimen BIOS mikron BIOSiin, käytä aina jotain lisäsanaa.

Näytönohjaimen BIOS suorittaa näytönohjaimen perustoiminnat niin käynnistyksen kuin käytönkin aikana. Lisäksi BIOSissa sijaitsevat näytönohjaimen mahdollistamien näyttötilojen perustiedot.

Joissakin näytönohjaimissa BIOS voidaan päivittää ohjelmallisesti. Tämä saattaa tulla eteen, jos BIOSissa on havaittu selkeä käyttöä haittaava virhe. Päivitys tapahtuu yleensä siten, että näytönohjaimesta asetetaan kytkin tai jumpperi toisen asentoon. Tämän jälkeen ajetaan päivitysohjelma, jonka jälkeen kytkin tai jumpperi asetetaan takaisin alkuperäiseen asentoon.

Näyttötilataulukko esitetään luvussa VESA BIOS Extensions.

Toiminta

Näytönohjaimen tehtävänä on piirtää ohjelmien esittämät kuvat ja muu visuaaliseksi tarkoitettu tieto näyttöön.

Nykyaikainen **näytönohjain toimii seuraavasti**:

- Käytettävä ohjelma tekee GDI-kutsuja *(Graphics Device Interface)* näytölle piirrettäväksi tulevasta tietomateriaalista. Grafiikkaohjain nopeuttaa näitä GDI-kutsuja. Jos näytönohjaimessa ei ole grafiikkaohjainta, tehtävä jää mikron prosessorille ja käyttöjärjestelmälle ja tulos on hitaampi.

- Laiteohjain *(Driver)* hoitaa näiden kutsujen siirtämisen näytönohjaimeen. Jos laiteohjain on väärä, eivät tiedot siirry oikeassa muodossa ja tuloksena on mikron jumiutuminen tai vääränlainen näyttö.

- Näytönohjain lähettää pikselitiedot näytönohjaimen muistiin. Tuleva näyttö muodostetaan muistissa x-y-koordinaatistoon, aivan kuten se tullaan näytössä esittämään.

  Näyttömuistin koko vaikuttaa siihen, miten suuria näyttöresoluutioita ja värimääriä näytönohjain kykenee teoriassa esittämään. Myöhemmin tässä luvussa esitettävässä taulukossa on RAM-muistin teoreettiset minimiarvot tärkeimmille resoluutiolle ja värimäärille.

- RAMDAC kääntää tämän digitaalitiedon RGB-signaaleiksi, joita näyttö käyttää.

  RAMDAC-piiri lukee näyttömuistin sisältöä ja muuntaa sen analogisiksi R-, G-, ja B-signaaleiksi, jotka määräävät kuvapisteen värin. Viime kädessä RAMDAC-piiri on vastuussa siitä, kuinka suuria värimääriä näytönohjain tukee (ks. esim. Sierra HiColor ja Värien määrä).

- Ja näin halutunlainen kuva näkyy näytössä.

Huomaa, että kyseinen toimintaketju tapahtuu keskimäärin 70 kertaa sekunnissa, jos näyttötaajuutena on 70 Hz. Näytönohjain joutuu tekemään siis varsin nopeasti töitä hyvän näytön aikaansaamiseksi.

Teksti- ja grafiikkatila

Näytönohjaimilla on kaksi toisistaan poikkeavaa toimintatilaa:

- Tekstitila
- Grafiikkatila

Tekstitilassa näytönohjain kykenee esittämään vain tekstiä ja erikoismerkkejä. Tekstitilassa käytetään vain pientä osaa näytönohjaimen RAM-muistista. Yleisimmin käytetyssä tekstitilassa esitetään 25 riviä, joilla kullakin on 80 merkkiä. Merkit voidaan esittää 16 värillä vilkkuen tai alleviivattuna.

Grafiikkatilassa kukin kuvapiste esitetään erikseen näytönohjaimen muistissa. Tällöin vaaditaan paljon muistia ja tehokkuutta näytönohjaimelta suuren tietomäärän käsittelyyn. Esimerkiksi Windows 95 on koko ajan grafiikkatilassa.

Näyttötarkkuus

Näyttötarkkuudella *(Resolution)* tarkoitetaan montako pistettä näytöllä esitetään vaaka- ja pystysuunnassa. Mitä enemmän pisteitä on käytettävissä, sitä tarkempi näyttö on. Jos näyttötarkkuus on pieni, on esitettävä kuva varsin pykäläinen.

Esimerkiksi jos jokin kirjain esitetään 8x6 pisteen matriisilla, on se huomattavasti epätarkempi kuin sama kirjain 14x10-matriisilla. Silloin voidaan esittää jo paremmin kirjaimen muotoja.

Seuraavassa listassa on yleisimpiä näyttötarkkuuksia ja niiden nimityksiä

CGA	640 x 200
EGA	640 x 350
VGA	640 x 480
SVGA	800 x 600
SVGA	1024 x 768
SVGA	1280 x 1024
SVGA	1600 x 1200

Mitä suurempi näyttötarkkuus, sitä enemmän vaaditaan näytönohjaimelta tehokkuutta ja näytöltä tarkkuutta ja virkistystaajuutta. Sen takia paremman näyttötarkkuuden aikaansaamiseksi on ostettava kalliimpia laitteita.

Huomaa, että tietyn kokoinen näyttö mahdollistaa näyttötarkkuuden vain tiettyyn rajaan asti. Seuraavassa listassa esitetään näyttökoko ja sen mahdollistamat näyttötarkkuudet.

14"	640x480, 800x600
15"	640x480, 800x600, 1024x768
17"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024
20"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024
21"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024, 1600x1200

Huomaa, että esimerkiksi vanhemmat 14" näytöt eivät pysty 800x600-näyttötarkkuuteen. Lisäksi joidenkin näyttöjen virkistystaajuus suurilla näyttötarkkuuksilla on niin pieni, että näyttö välkkyy voimakkaasti.

Näyttötarkkuutta valitessasi tutki mihin sekä näytönohjain että näyttö pystyvät parhaimmillaan. Huomaa myös, että oltaessa aivan näytön näyttötarkkuuden ylärajoilla, näyttö saattaa näyttää sumealta ja tukkoiselta . Vaihda tällöin pienempään näyttötarkkuuteen.

Kuvataajuus

Kuvataajuus määrää kuinka monta kertaa näyttöä päivitetään sekunnin aikana. Mitä suurempi arvo sitä useammin näyttö päivitetään. Jos taajuus on liian pieni, näyttö näyttää välkkyvän. Hyviä taajuusarvoja on 75 Hz ja suuremmat, jolloin näyttö ei välky.

Sekä näytönohjaimen että näytön on pystyttävä samaan taajuuteen. Jos esimerkiksi näytön suurin taajuus on 60 Hz, ei näytönohjain voi käyttää parempaa 70 Hz taajuutta. Sen on tyydyttävä tuohon 60 Hz arvoon.

Jokaiselle näyttötarkkuudelle on omat kuvataajuusarvot. Mitä suurempi näyttötarkkuus, sitä pienempi on taajuus. Tämä johtuu siitä, että näytönohjaimelta ja näytöltä vaaditaan paljon enemmän tehoa, mitä suurempia kuvataajuus ja näyttötarkkuus ovat. Ja nopeita ratkaisujahan ei halvalla tehdä.

Hyvät kuvataajuusarvot eri näyttötarkkuuksilla ovat esimerkiksi

640x480	100 Hz
800x600	80 Hz
1024x768	75 Hz

Myös suuremmat värimäärät vaikuttavat kuvataajuusarvoon, koska lisäinformaation siirto hidastaa toimintoja. Mitä enemmän värejä, sitä enemmän tietoa on siirrettävä tietyssä ajassa, jonka johdosta laitteen elektroninen rakenne ei välttämättä kerkeä riittävän nopeaan tiedonsiirtoon ja kuvataajuutta on pienennettävä.

Hyvin tehokkailla näytönohjaimilla päästään suuriin kuvataajuuksiin riippumatta kuvatarkkuudesta ja värimäärästä.

Värien määrä

Näytöt käyttävät RGB-värijärjestelmää, jonka värikomponentteina ovat punainen, vihreä ja sininen. Näytönohjaimessa pisteen väri esitetään joko indeksoituna tai jaettuna värikomponentteihinsa. Kummassakin tapauksessa kerralla esitettävien värisävyjen määrä määräytyy sen mukaan, kuinka monta bittiä kunkin pisteen esittämiseen on varattu.

Indeksoinnissa pisteen lopullinen värisävy määräytyy epäsuorasti. Lopullinen värisävy löytyy väripaletista indeksiluvun osoittamasta paikasta. Kerralla esitettävien värisävyjen määrä määräytyy suoraan siitä, mikä on indeksiluvun suurin mahdollinen arvo. VGA-ohjain on tyyppiesimerkki indeksointia käyttävästä näytönohjaimesta. Esimerkiksi 320 x 200 pisteen näyttötilassa kunkin pisteen väri ilmaistaan tavun, eli kahdeksan bitin pituisella luvulla. Kahdeksalla bitillä voidaan ilmaista 256 eri lukua, mikä on samalla suurin kerralla esitettävä värien määrä. Sen sijaan väripaletti voidaan valita 262 144 värisävyn joukosta, joten VGA-näytöllä voidaan esittää hyvinkin erilaisia värisävyjä sisältäviä kuvia, mutta ei kuitenkaan yhtä aikaa.

Toinen tapa on käyttää ilmaista kunkin värikomponentin intensiteetti omana lukunaan. Tällöin kerralla esitettävien värisävyjen määrä määräytyy eri värikomponenteille varattujen kenttien pituuden tulon mukaan (bitteinä). Eri komponenttien kenttien pituudet eivät välttämättä ole samat.

Kummassakin tapauksessa värien määrä voidaan laskea pisteen värisävyl-

le varatun bittikentän pituuden perusteella. Tästä syystä värien määrän ilmaisemiseen käytetään monissa yhteyksissä ilmaisuja "8-bittinen väri", "16-bittinen väri" tai "24-bittinen väri".

Värien standardimääriksi ovat muotoutuneet

- 16 (4 bittiä)
- 256 (8 bittiä)
- 32 768 (15 bittiä)
- 65 536 (16 bittiä)
- 16 777 21 (24 bittiä)

Bittien määrä ilmoittaa, kuinka monta bittiä varataan näytön pikseliä kohti. Mitä enemmän bittejä joudutaan käyttämään, sitä enemmän tarvitaan muistia, sekä näytönohjaimen tehokkuutta selviytyäkseen suuremmasta tietomäärästä. 16 miljoonan värin määrää pidetään käytännön tasolla riittävänä kaikkien värisävyjen esittämiseen ja siihen kykeneviä näytönohjaimia kutsutaan myös **täysväriohjaimiksi.**

32 768 värin näytönohjain käyttää 15 bittiä kunkin värin esittämiseen. 15 bitistä 5 on varattu punaiselle, vihreälle ja siniselle värille kullekin. Tämän johdosta 32 768 värin tilassa ei voida esittää kuin 32 sävyä kustakin perusväristä. Vastaavasti 64 tuhannen värin näytönohjain käyttää 16 bittiä kunkin pisteen värisävyn esittämiseen. Vain yhdelle perusvärille on käytössä 6 bittiä ja kahdelle muulle 5 bittiä. Perusväristä, jolle on varattu 6 bittiä, voidaan esittää 64 eri sävyä (VESA:n suosituksena on 6 bitin käyttäminen vihreälle värikomponentille) Yleensä ohjelmat käyttävät kumpaakin näyttötilaa ikään kuin kyseessä olisi täysvärinäytönohjain. Tämä johtaa siihen, että tietyt tasaisiksi tarkoitetut sävyliu'ut näyttävät koostuvan erisävyisistä nauhoista. Skannatuissa valokuvissa tätä ilmiötä ei yleensä esiinny.

Sierra HiColor on RAMDAC-piiri, jolla näytönohjaimen värien määrä saadaan kasvatettua 32 768:een tai 65 536:een piiriversiosta riippuen. HiColor-piirin voi jälkikäteen asentaa joihinkin vanhempiin SuperVGA-ohjaimiin (esimerkiksi moniin Tseng ET4000AX-pohjaisiin näytönohjaimiin).

CEG on Edsun Labsin kehittämä RAMDAC-piiri, jonka voi myös asentaa joihinkin näytönohjaimiin. Piiri lisää näennäistä resoluutiota ja värien määrää antialiasing-tekniikalla. CEG vaatii ohjelmakohtaiset erikoisajurit, jotta menetelmä toimisi. Piiriä ei juuri enää käytetä nykyisissä näytönohjaimissa.

Värimäärät näytönohjaimen eri muistimäärillä				
	1Mt	**2 Mt**	**4 Mt**	**8 Mt**
640x480	16,7 milj	16,7 milj	16,7 milj	16,7 milj
800x600	65 000	16,7 milj	16,7 milj	16,7 milj
1024x768	256	65 000	16,7 milj	16,7 milj
1152x882	256	65 000	16,7 milj	16,7 milj
1280x1024	16	256	16,7 milj	16,7 milj
1600x1200	16	256	65 000	16,7 milj

Taulukon tiedot ovat suuntaa-antavia. Jotkut näytönohjaimet eivät kykene kaikkiin niihin näyttötiloihin, jotka muisti teoriassa mahdollistaisi. Tämä johtuu näytönohjaimen rakenteellisesta seikasta.

Huomaa, että näytönohjaimen 3D-ominaisuuksia käytettäessä muistin määrän vaatimukset ovat vielä korkeammat. Katso luku 3D.

DirectX

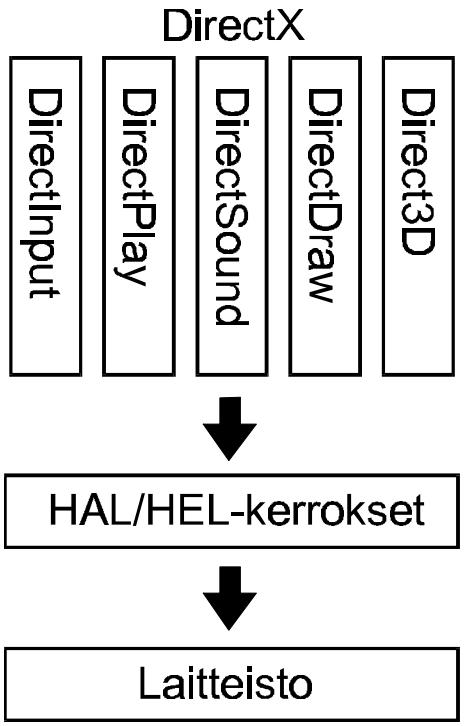
Microsoftin DirectX on kokoelma ohjelmointityökaluja Windows 95:ää ja NT:tä varten. Näiden välineiden avulla ohjelman suunnittelija voi tehdä ohjelman välittämättä minkälaisia laitteita mikrossa on. Kaikki DirectX-standardia tukevat laitteet ovat automaattisesti käytössä.

DirectX sisältää seuraavat APIt *(Application Program Interface)*.

- DirectDraw — Tavallisen kaksiulotteisen grafiikan esittäminen.
- Direct3D — Kolmiulotteisen reaaliaikaisen grafiikan esittäminen.
- DirectInput — Tuki analogisille ja digitaalisille peliohjaimille ja muille vastaaville ohjauslaitteille.
- DirectSound — Tuki äänikorteille.
- DirectPlay — Tuki ohjelmille verkon tai modeemiyhteyden kautta.

Mikron käyttäjien saama etu DirectX-standardista on se, että ohjelmat toimivat kaikissa laiteympäristöissä. Pelit ja muut ohjelmat eivät tarvitse enää erikoislaiteohjaimia eri laitteille. Harvinaisemmille laitteille ei aina ole löytynyt tukea lainkaan, ja laite on jäänyt käyttämättömäksi joidenkin ohjelmien kohdalla. Jos ohjelmaan on tehty DirectX-tuki ja laitteesta se myös löytyy, toimii kaikki helposti ja ongelmitta. Lisäksi DirectX:n tavoitteena on että ohjelmat toimivat niin nopeasti kuin mahdollista.

DirectX:n APIt on rakennettu HAL-tasolle *(Hardware Abstraction Layer)*, jonka ansiosta ohjelman suunnittelija ei tarvitse tietää laitteiston vaatimuksista. HALin parina toimii HEL *(Hardware Emulation Layer)*, joka toimii emulaattorina niille toiminnoille, joita laitteesta ei löydy. Tämän ansiosta ohjelman tekijät voivat käyttää aina kaikkia DirectX:n toimintoja. Emuloidut toiminnot ovat tietenkin hitaampia kuin laitteesta valmiina löytyvät.



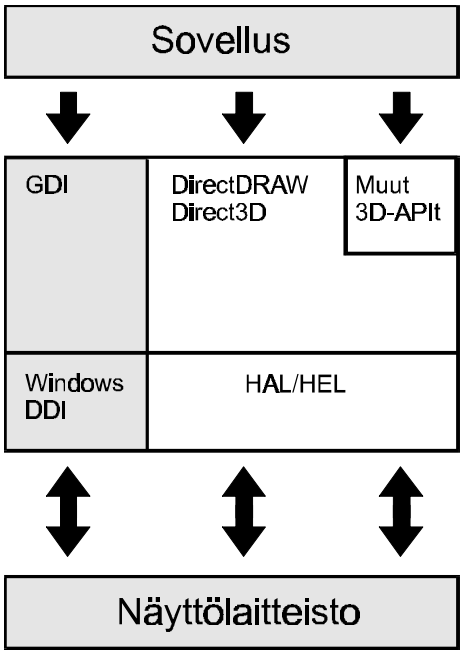
Kuva: DirectX:n osat.

Direct3D

Direct3D on DirectX:n uusin lisäys. Se on kehitetty käsittelemään 3D-objekteja ja -taustoja. Sovelluskehittäjät voivat luoda kolmiulotteisia ohjelmia tarvitsematta suunnitella itse toteutusrakennetta. Direct3D:n avulla lopputulos on yhteensopiva kaikille standardia tukeville laitteille ja se on nopea.

Direct3D:n avulla kolmiulotteiset ohjelmat saadaan toimimaan hyvin nopeasti sekä niiden ulkonäkö näyttämään erittäin hyvältä. Ulkonäön parantamisessa käytetään erilaisia tekstuureita ja efektejä. Esimerkiksi hiekalle ja tiiliseinälle on omat tekstuurinsa.

Seuraavassa kuvassa on päätason kaavio Direct3D:n käytöstä. Huomaa, että Windowsin GDI on oltava mukana niille ohjelmille, jotka eivät käytä Direct3D:tä. Mukana on myös mahdollisuus muiden APIen käyttöön. Esimerkiksi jossain vaiheessa julkistettava OpenGL saattaa olla yksi esimerkki.



Kuva: Sovelluksen käyttämät rajapinnat näytönohjaimelle.

Mihin näitä 3D-toimintoja sitten tarvitaan? Tavallisesti näytöllä esitettävä informaatio on vain kaksiulotteista. Kolmas ulottuvuus tulee mukaan peleissä ja kolmiulotteisessa mallinnuksessa. Näissäkin kolmiulotteiselta vaikuttava kuva luodaan lopuksi kaksiulotteiseksi näytön kuvaruudulle. Mitä 3D sitten loppujen lopuksi on?

3D-kuvan luonnissa kuvaa käsitellään oikeasti kolmiulotteisena. Esimerkiksi X,Y-koordinaatistoon tulee kolmas suunta eli Z. Kaikki objektit lasketaan ilman pisteavaruuden rajoja, kun tavallisesti näytön koko on pelkästään se alue, jonka pikseleitä lasketaan.

Lisäksi 3D-piirrossa objektien pintakuviot ja valoheijastukset rasittavat huomattavasti näytönohjainta. Tällöin tarvitaan mahdollisimman paljon tehoa sekä optimoituja käskyjä 3D-maailmaan. Kun 3D-kuva on luotu, se siirretään näyttöön nähtäväksi.

Jos jokin objekti sijaitsee muiden takana, täytyy se piilottaa näkyvistä. Z-suunnan pikseleitä verrataan muihin ja piilossa oleva osa jätetään piirtämättä. Aina kun katselukulma muuttuu, joudutaan koko kuva laskemaan uudelleen valonheijastuksineen kaikkineen.

DOS-ympäristössä nopeaan näytönpäivitykseen päästään ainoastaan

ohjaamalla käskyt suoraan näytönohjaimelle. Tällöin sovellusohjelman pitää tukea mahdollisimman monia näytönohjaimia. Jos omaa näytönohjainta ei listasta löydy, ei myöskään nopea näytönohjaus toimi.

3D-piirron Z-suunta tarvitsee oman muistinsa näytönohjaimella. Huomaa, että se vaatii peräti 16 bittiä pikseliä kohden. Jos näytönohjaimella on 2 Mt muistia, päästään normaalisti 800x600 kuvatarkkuudella 24 bitin väreihin (16 miljoonaa väriä). Z-suunta vähentää värimäärän 8 bittiin eli 256 väriin. 3D-piirrossa 24-bittinen täysvärinäyttö vaatisi siten 800x600 kuvatarkkuudella peräti 8 Mt muistia.

	2 Mt	4 Mt	8 Mt
640x480	65 000	16,7 milj	16,7 milj
800x600	256	65 000	16,7 milj
1024x768	-	256	16,7 milj
1152x882	-	256	65 000
1280x1024	-	256	65 000
1600x1200	-	-	256

TAULUKKO. Näytönohjaimen 3D-toimintojen vaatimat minimimuistimäärät.

Windowsissa on näytönohjaimen ja sovellusten välissä GDI *(Graphics Device Layer)*. Sovellus antaa GDI:lle käskyt, joka ohjaa ne näytönohjaimen käskyiksi. Sovelluksen tekijän ei siis tarvitse huolehtia kaiken maailman näytönohjaimien tukemisesta.

MMX on kehitetty myös nopeuttamaan 3D-toimintoja. Siitä on kerrotaan luvussa Prosessorit/MMX.

Ohjainstandardit

Näytönohjaimiin on ajan myötä muodostunut monia käytännön standardeja, joille on löytynyt laaja ohjelmallinen tuki. Yleensä uudet näytönohjainstandardit ovat kehittyneet tukemalla aiempaa valtastandardia ja lisäämällä jotakin merkittävästi parempaa. Standardiketjun seurauksena nykyiset SuperVGA-ohjaimet tukevat näyttötiloja aina MDA:han asti. Suurin osa näytönohjainstandardeista on PC-mikron pioneerin, IBM:n, käsialaa.

MDA

MDA (*Monochrome Display Adapter, 1981*) oli yksivärinen tekstinäytönohjain, jota käytettiin alunperin IBM PC:ssä. Sen syrjäyttivät pian CGA- ja Hercules-ohjaimet.

CGA

CGA (*Color Graphics Adapter, 1981*) oli ensimmäinen PC-mikrojen väriohjain. Se kykeni esittämään 320 x 200 pisteen grafiikka neljällä värillä ja 600 x 200 pisteen grafiikkaa kahdella värillä.

CGA:ssa oli myös 16-värigrafiikka, mutta vain 160 x 200 pisteen tarkkuudella. Tekstitiloina oli 80 x 25 ja 40 x 25.

Värien johdosta CGA säilyi pitkään erityisesti pelien tukemana perusnäytönohjaimena. CGA ohjasti näyttöä 60 hertsin kuvataajuudella ja 15,75 kilohertsin vaakapyyhkäisytaajuudella. Liitäntä oli TTL-tasoinen.

MGA

MGA (*Hercules Monochrome Graphics Adapter, 1982*) oli yksiväriohjain, jonka kulta-aika osui EGA-näytönohjainta edeltävään aikaan. MGA:ssa oli 64 kilotavun näyttömuisti ja 720 x 348 pisteen grafiikka. Kuvataajuus oli 50 hertsiä ja juovataajuus 18,1 kilohertsiä.

MGA-ohjain on tunnettu myös nimellä HGC (*Hercules Graphics Card*), HGA (*Hercules Graphics Adapter*), HDA (*Hercules Display Adapter*) ja - yksinkertaisesti - Hercules. MGA oli ensimmäinen standardin asemaan noussut vakionäytönohjain, joka ei ollut IBM:n kehittämä.

EGA

EGA (*Enhanced Graphics Adapter, 1984*) julkistettiin IBM AT:n myötä. EGA-ohjaimessa on MDA- ja CGA-yhteensopivuuden lisäksi 640 x 350 ja 320 x 200 pisteen 16-värigrafiikka. EGA-ohjaimen myötä julkaistiin EGA-näyttö, jota ohjattiin 21,85 kilohertsin juovataajuudella ja 60 hertsin kuvataajuudella.

PGA

PGA (*Professional Graphics Adapter, 1984*) oli CAD-käyttöön tarkoitettu erikoisnäyttö, joka kykeni 640 x 480 pisteen 256-värigrafiikkaan. PGA-näyttöä ohjattiin 30,5 kilohertsin juovataajuudella ja 60 hertsin kuvataajuudella. Vaikka PGA-näytön ominaisuudet ylittivät kolme vuotta myöhemmin kehitetyn VGA-näytön ominaisuudet, oli se liian monimutkainen ja kallis yleistyäkseen. PGA-näyttöjärjestelmään sisältyi täydessä laajuudessa kolme erillistä lisäkorttia.

VGA

VGA (*Video Graphics Array, 1987*) on nykyisten SuperVGA-ohjainten kantaisä. Se kykenee esittämään 640 x 480 pisteen grafiikkaa 16-värisenä ja 320 x 200 pisteen grafiikkaa 256-värisenä. Koska TTL-tason RGB-signaaleilla ei kyetä esittämään 256 väriä, vaatii VGA-näyttö analogisella liitännällä varustetun näytön.

VGA:n 256 väriä eivät ole vakiovärejä vaan ne indeksoidaan 262 144 värin väripalettiin. Indeksointia muuttamalla VGA-ohjain kykenee esittämään hyvin vaihtelevia väriyhdistelmiä, mutta vain 256 väriä kerrallaan. VGA:-ssa on myös EGA- ja CGA-näyttötilat, mutta sitä ei voi liittää EGA- tai CGA-näyttöön.

VGA:n juovataajuus on 31,5 kilohertsiä ja kuvataajuus 60 hertsiä 640 x 480 pisteen näyttötilassa sekä 70 hertsiä ja 320 x 200 pisteen näyttötilassa.

VGA-ohjaintyyppi on myös IBM PS/2 malli 25:n ja 30:n emolevylle integroitu MCGA-ohjain (*Memory Controller Gater Array, 1987*). MCGA:ssa 640 x 480 pisteen grafiikka on yksiväristä.

8514/A

8514/A (*1987*) on IBM:n mikrokanavamikroihin tarkoitettu laajennus, jolla VGA-tarkkuus saadaan kasvatettua 1 024 x 768 pisteeseen 256 värillä. Myös 640 x 480 pisteen näyttötila saadaan 256 värillä. 8514/A on grafiikkakiihdytin, joka suorittaa laitetasolla joitakin peruspiirtotoimintoja (ks. luku Grafiikkakiihdyttimet ja prosessorit).

1 024 x 768 pisteen näyttötila esitetään lomitettuna 35,5 hertsin kuvataajuudella. 8514/A:han kuuluu myös ohjelmallinen AI-ajuri, joka toimii rajapintana 8514/A:ta tukevien ohjelmien ja itse 8514/A-näytönohjaimen välillä. IBM:n tuotevalikoimassa uudempi XGA-näytönohjain on korvannut 8514/A-ohjaimen.

XGA

XGA (*eXtended Graphics Array, 1990*) on IBM:n viimeisin näytönohjainstandardi. Se on mikrokanavamikroihin tarkoitettu ohjain, joka on VGA-yhteensopiva ja kykenee lisäksi 1 024 x 768 pisteen resoluutioon 256 värillä ja 640 x 480 pisteen resoluutioon 65 536 värillä. XGA käyttää VRAM-muistia ja mikrokanavan väylänhallintaominaisuuksia (*Bus Mastering*) ja on jälkimmäisestä syystä siten laitetason toteutuksena sidoksissa mikrokanavan erikoisominaisuuksiin.

XGA korvaa aiemman 8514/A-näytönohjaimen, mutta ei tarjoa rekisteritason yhteensopivuutta. Yhteensopivuus on toteutettu AI-ajurin kautta.

VESA BIOS Extension

SuperVGA-näytönohjaimilla on alunperin tarkoitettu VGA-yhteensopivia ohjaimia, joissa on lisänä 800 x 600 pisteen näyttötila. Sittemmin SuperVGA on laajentunut käsittämään myös muita suuria näyttötiloja. Nykyisissä SuperVGA-ohjaimissa on tyypillisesti 1 - 8 Mt näyttömuistia, grafiikkakiihdytin ja laaja värituki eri näyttötiloissa. SuperVGA-ohjaimet tukevat tyypillisesti myös suuria kuvataajuuksia VESA:n suositusten mukaisesti.

Kun IBM:n kehittämästä VGA-tilasta on aikanan siirrytty käyttämään suurempia kuvatarkkuuksia ja väritiloja, on useiden epäyhteensopivien näyttötilojen vaara ilmeinen. **VESA BIOS -laajennus** (*VESA Bios Extensions, VESA VBE*) on kehitetty estämään nämä ongelmat ja se määrittelee VGA-näytönohjaimille käytettävissä olevien näyttötilojen määreet. Näitä noudattamalla taataan näytönohjainten, näyttöjen ja ohjelmien toimivuus keskenään. Seuraavassa talukossa esitetään standardoidut näyttötilat.

Näyttötilat

Tila	Teksti/grafiikka	Kehittäjä	Vaakatarkkuus	Pystytarkkuus	Värejä	Tekstisarakkeita	Tekstirivejä
0	Teksti	IBM				40	25
1	Teksti	IBM				80	25
2	Teksti	IBM				80	25
3	Teksti	IBM				80	25
4	Grafiikka	IBM	320	200	4		
5	Grafiikka	IBM	320	200	4		
6	Grafiikka	IBM	640	200	2		
7	Teksti	IBM				80	25
8	Grafiikka	IBM	160	200	16		
9	Grafiikka	IBM	320	200	16		
A	Grafiikka	IBM	640	200	4		
B	Grafiikka	Pat.	704	519	16		
D	Grafiikka	IBM	320	200	16		
E	Grafiikka	IBM	640	200	16		
F	Grafiikka	IBM	640	350	2		
10	Grafiikka	IBM	640	350	16		
11	Grafiikka	IBM	640	480	2		
12	Grafiikka	IBM	640	480	16		
13	Grafiikka	IBM	320	200	256		
25	Grafiikka	Pat.	640	480	16		
26	Grafiikka	Pat.	640	480	16		

50	Grafiikka	Pat.	640	480	16		
53	Grafiikka	Pat.	800	560	16		
58	Grafiikka	Pat.	800	600	16		
59	Grafiikka	Pat.	720	512	16		
6A	Grafiikka	VESA	800	600	16		
70	Grafiikka	Pat.	800	600	16		
71	Grafiikka	Pat.	800	600	16		
73	Grafiikka	Pat.	640	480	16		
77	Grafiikka	Pat.	752	410	16		
79	Grafiikka	Pat.	800	600	16		
100	Grafiikka	VESA	640	400	256		
101	Grafiikka	VESA	640	480	256		
102	Grafiikka	VESA	800	600	16		
103	Grafiikka	VESA	800	600	256		
104	Grafiikka	VESA	1024	768	16		
105	Grafiikka	VESA	1024	768	256		
106	Grafiikka	VESA	1280	1024	16		
107	Grafiikka	VESA	1280	1024	256		
108	Teksti	VESA				80	60
109	Teksti	VESA				132	25
10A	Teksti	VESA				132	43
10B	Teksti	VESA				132	50
10C	Teksti	VESA				132	60
10D	Grafiikka	VESA	320	200	32 768		
10E	Grafiikka	VESA	320	200	65 536		
10F	Grafiikka	VESA	320	200	16 777 216		
110	Grafiikka	VESA	640	480	32 768		
111	Grafiikka	VESA	640	480	65 536		
112	Grafiikka	VESA	640	480	16 777 216		
113	Grafiikka	VESA	800	600	32 768		
114	Grafiikka	VESA	800	600	65 536		
115	Grafiikka	VESA	800	600	16 777 216		
116	Grafiikka	VESA	1024	768	32 768		
117	Grafiikka	VESA	1024	768	65 536		
118	Grafiikka	VESA	1024	768	16 777 216		
119	Grafiikka	VESA	1280	1024	32 768		
11A	Grafiikka	VESA	1280	1024	65 536		
11B	Grafiikka	VESA	1280	1024	16 777 216		
11C	Grafiikka	VESA	1600	1200	32 768		
11D	Grafiikka	VESA	1600	1200	65 536		
11E	Grafiikka	VESA	1600	1200	16 777 216		

TIGA

TIGA-näytönohjaimet (*Texas Instruments Graphics Architecture*) ovat pääasiassa CAD-käyttöön tarkoitettuja erikoisnäytönohjaimia, jotka käyttävät Texas Instrumentsin TMS34010- ja TMS34020-grafiikkaprosessoreita. TIGA-näytönohjaimessa on tyypillisesti vähintään 1 024 x 768 pisteen resoluutio 256 värillä.

Itse TIGA on ohjelmallinen liityntä TMS340xx-prosessorin ja sovelluksen välillä. TIGA-standardi koostuu neljästä komponentista:

- AI - Sovellusliityntä (*Application Interface*)
- CD - Kommunikointiajuri (*Communication Driver*)
- GM - Grafiikkaohjain (*Graphics Manager*)
- TIGA-laajennukset (*TIGA Extensions*)

Sovellusliityntä (AI) sisältää kuvaukset TIGA-funktioista ja tyyppimäärittelyistä sekä kirjastorutiinit, jotka liitetään sovellusohjelmaan ohjelmaa käännettäessä.

Kommunikointiajuri (CD) on muistinvarainen ohjelma, joka toimii mikrossa huolehtien tiedonsiirrosta näytönohjaimen ja sovelluksen välillä. Kommunikointiajurin on yksilöllinen eri valmistajien näytönohjaimille (Kommunikointiajurin tiedostonimi on TIGACD.EXE).

Grafiikkaohjain (GM) on näytönohjaimeen ladattava TMS-prosessorin konekieltä käyttävä ohjelma. Grafiikkaohjain kommunikoi mikrossa ajettavan kommunikointiajurin kanssa ja sisältää joukon näytönohjaimen muistinhallintatoimintoja sekä graafisia perustoimintoja. GM-ladataan näytönohjaimeen mikron käynnistyksen yhteydessä AUTOEXEC.BAT-tiedostossa.

TIGA-laajennukset ovat TMS-prosessorin konekielisiä ohjelmia, jotka lisäävät TIGA-ohjaimeen uusia komentoja, jotka muuten jouduttaisiin toteuttamaan ohjelmallisesti itse mikrossa. Laajennukset ovat näytönohjain- tai sovelluskohtaisia.

TIGA-näytönohjain varattuna yhdelle sovellukselle kerrallaan. Tästä syystä esimerkiksi Windowsista käsin ei voida käynnistää TIGA-näytönohjainta käyttävää DOS-ohjelmaa. Sen sijaan Windows-ohjelmia voidaan käyttää normaaliin tapaan, sillä ne näkyvät TIGA-näytönohjaimelle yhtenä sovelluksena.

Erikoisnäytönohjaimet

Erikoisnäytönohjaimet on pääasiassa tarkoitettu vaativiin graafisiin sovelluksiin, kuten kolmiulotteiseen kuvankäsittelyyn. Jotkut erikoisnäytönohjaimet ovat sidoksissa määrättyyn näyttöön, tällaisia ovat esimerkiksi monet harmaasävynäytöt, jotka on tarkoitettu yksivärijulkaisu- ja CAD-käyttöön. Harmaasävynäytöissä voidaan tyypillisesti esittää A4-sivu tai aukeama luonnollisessa koossa.

Kolmiulotteinen kuvankäsittely vaatii erittäin tehokasta näytönohjainta, jotta näytönpäivitys olisi käyttökelpoisen nopeaa. Tällaisissa näytönohjaimissa käytetään oheisprosessoreita, jotka suorittavat laitetasolla monia korkean tason toimintoja, kuten kolmiulotteisten alkioiden muodostus, piiloviivojen poisto ja varjostus vapaasti valittavaan valonlähteeseen nähden.

Näytönohjaimien nopeudet ilmaistaan esimerkiksi siten, kuinka monta kolmiulotteista vektoria ja Gouraud-varjostettua kolmiota ne kykenevät piirtämään sekunnissa. Esimerkiksi Matrox SM-1281 piirtää 80 000 kolmiulotteista vektoria tai 20 000 varjostettua kolmiota sekunnissa.

10. NÄYTTÖ

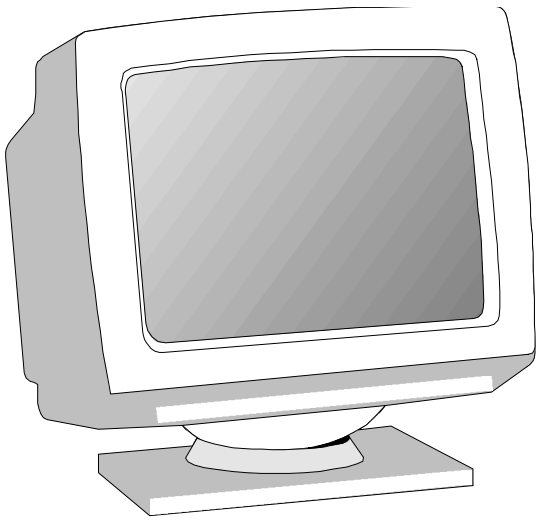
Näyttö *(Display, Monitor)* on tärkeä osa mikroa, sillä siitä nähdään kaikki tapahtumat ja toiminnot. Näytön laadulla erikoisen suuri merkitys, koska sitä tuijotetaan aina mikroa käytettäessä. Huono näyttö rasittaa silmiä ja saa helposti aikaan päänsärkyä.

Pöytämikrot ja kannettavat mikrot asettavat erilaisia vaatimuksia näytölle. Näyttöjä on erikokoisia ja tarkkuuksisia, jotka ovat näytön ensisijaiset valintakriteerit.

Kuvaputkitekniikkaan perustuva näyttö on edelleen se yleisin vaihtoehto pöytämikroille. Kannettavissa mikroissa on näytölle tärkeää litteys, keveys ja pieni virrankulutus. Kannettavien mikrojen vaatimukset täyttääkin parhaiten nestekidetekniikka (katso luku Nestekidenäytöt). Pöytämikrojen nestekidenäytöt ovat toistaiseksi hyvin kalliita.

Kuvaputkinäytöt

Kuvaputkinäyttöjä valmistetaan erilaisten standardien mukaan. Seuraavana esitellään yleismääritelmiltään yleisimmät näytöt, jonka jälkeen esitellään kiinteä- ja monitaajuusnäytöt.



Kuva: Kuvaputkinäyttö.

Huomaa, että esimerkiksi VGA-näyttö voi olla ominaisuuksiltaan periaatteessa millainen tahansa. Kunhan se vai pystyy VGA-resoluutioon. Hyvässä näytössä päästään suurempiinkin resoluutioihin ja hyvään virkistystaajuuteen (välkkymätön), kun taas halpa VGA-näyttö pystyy vain VGA-resoluutioon huonolla virkistystaajuudella. Näytön hintakin sanoo jo paljon näytön ominaisuuksista. Hyvin halvalla ei saa hyvää näyttöä.

Ryhmitykset

Seuraavan luetellaan näytöt jaettuna eri grafiikkastandardien mukaan.

MDA-näyttö on tarkoitettu liitettäväksi MDA-näytönohjaimeen. Näyttö on yksivärinen ja sävyltään musta, vihreä. tai oranssi Kuvaputken fosfori on hidasta tyyppiä mikä ilmenee pitkänä jälkihehkuna. MDA-näyttö tahdistuu 18,43 kilohertsin juovataajuuteen ja 50 hertsin kuvataajuuteen lomitettuna (25 hertsiä). Liitäntä on TTL-tasoinen. Näytön liitin on 9-napainen D-liitin.

CGA-näyttö on tarkoitettu liitettäväksi CGA-näytönohjaimeen. Näyttö on kiinteätaajuuksinen tahdistuen 15,75 kilohertsin juovataajuuteen ja 60 hertsin kuvataajuuteen. Liitäntä on TTL-tasoinen ja liitin on 9-napainen D-liitin.

EGA-näyttö on EGA-näytönohjaimeen liitettävä värinäyttö. Näyttö on kiinteätaajuuksinen tahdistuen 21,8 kilohertsin juovataajuuteen ja 60 hertsin kuvataajuuteen. Näytössä on digitaalinen RGB-liitäntä ja 9-napainen D-liitin.

VGA-näyttö on VGA-näytönohjaimeen liitettävä värinäyttö, jossa aiemmista standardinäytöistä poiketen on analoginen RGB-liitäntä. VGA-näyttö tahdistuu 31,5 kilohertsin juovataajuuteen ja 50/60 hertsin kuvataajuuksiin. Liitin on 15-napainen kolmirivinen D-liitin.

8514-näyttö on 8514/A-, VGA- ja MCGA-näytönohjaimiin liitettävä värinäyttö, jossa on analoginen RGB-liitäntä. Näyttö tahdistuu sekä VGA-tilan 31,5 kilohertsin juovataajuuteen että 8514/A-näytönohjaimen 35,5 kilohertsin juovataajuuteen.(1 024 x 768 näyttötila lomitettuna) Liitin on 15-napainen D-liitin.

Vaikka MDA-, CGA- ja EGA-näytöt ovat teknisesti vanhanaikaisia, on niillä vielä käyttöä esimerkiksi verkkopalvelimen näytönohjaimena tai kaksinäyttöjärjestelmissä tekstinäyttönä. MDA-näyttöä liitettäessä on

varmistettava, että mikrossa todella on MDA- tai vastaava ohjain, sillä MDA-näytön liitin on samannäköinen kuin CGA- ja EGA-näytöissä, mutta MDA-näyttö voi rikkoutua, jos sitä ohjataan CGA- tai EGA-näytönohjaimella.

SVGA-näytölle (SuperVGA) ei ole yksiselitteistä standardia. Käytännössä kaikkia näyttöjä, jotka pystyvät näyttämään 800x600 sekä pienempiä kuvatarkkuuksia, kutsutaan SVGA-näytöiksi. Huomaa, että eri SVGA-näytöissä on fyysisten kokoerojen lisäksi suuria tarkkuus- ja laatueroja.

Yleensä seuraavankokoiset SVGA-näytöt pystyvät seuraaviin kuvatarkkuuksiin.

14"	640x480, 800x600
15"	640x480, 800x600, 1024x768
17"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024
20"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024
21"	640x480, 800x600, 1024x768, 1280x1024, 1600x1200

Kuvakoot

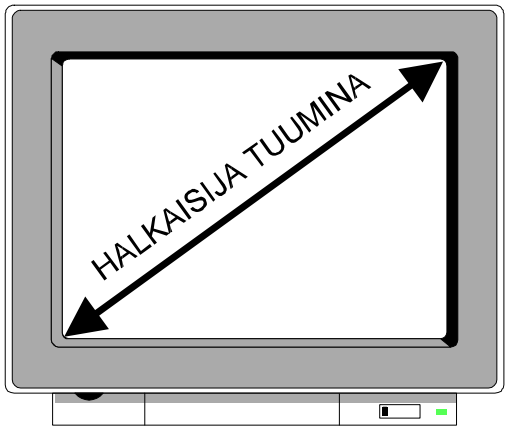
Näytöt voidaan jakaa kokonsa puolesta seuraaviin ryhmiin. Suluissa on myös suositeltava kuvatarkkuus. Huomaa, että voidaan käyttää pienempää tai suurempaa kuvatarkkuutta riippuen tarkoituksesta ja näytön laadusta.

- 14 tuumaa (640x480)
- 15 tuumaa (800x600)
- 17 tuumaa (1024x768)
- 20 tuumaa (1280x1024 tai 1024x768)
- 21 tuumaa (1600x1200 tai 1280x1024)

Myös välikokoja on olemassa, kuten 16 ja 19 tuumaa, mutta ne ovat varsin harvinaisia.

Mitä isompi näyttö, sen suurempaa kuvatarkkuutta voidaan käyttää ja näytölle mahtuu enemmän. Isompaa näyttöä on myös miellyttävämpi katsella kuin pientä näyttöä.

Näytön koko ilmaistaan kuvaputken diagonaalihalkaisijana käyttäen yksikköinä tuumaa. Tuumakoko ei anna oikeaa kuvaa näyttöalan koosta, sillä valmistajan ilmoitus kuvan koosta mitataan kuvaputken ulkoreunoilta. Käytännössä näyttöalan tuumakoko on noin tuuman verran pienempi kuin ilmoitettu tuumakoko.



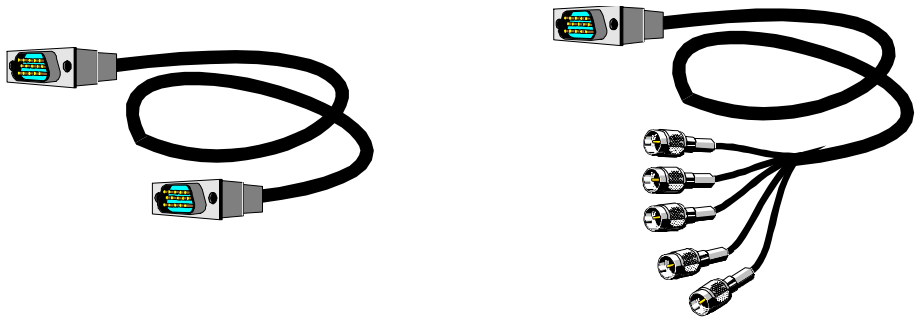
Kuva: Näytön diagonaalihalkaisijan koko.

Huomaa, että esimerkiksi 15 tuuman näyttöjen todelliset koot voivat vaihdella yli tuumankin verran. Yleensä todellinen koko on ilmoitettua pienempi. Valmistajien ylimalkainen koon ilmoitus aiheuttaa kyllä ärtymystä käyttäjien mikron keskuudessa. Nämä seikat koskevat useimmin hyvin halpoja näyttöjä. Ole siis tarkkana, mikä onkaan hankkimasi näytön todellinen koko.

Monet valmistajat ilmoittavat näytön teknisissä tiedoissa näyttöalan koon millimetreinä tai senttimetreinä. Tämä ala tarkoittaa sitä alaa, jolla valmistaja lupaa ilmoitettujen suoritusarvojen olevan voimassa. Jos kuva levitetään reunoille asti, voivat ilmoitetut virherajat ylittyä. Esimerkiksi 17 tuuman näytön kuva-alaksi voidaan ilmoittaa esimerkiksi 290 mm x 218 mm. Kuva-alan diagonaalihalkaisija on tällöin 14,3 tuumaa. Kuvaputki on 17 tumaa, mutta käyttökelpoinen alue on huomattavasti pienempi. Tämäkin seikka saattaa sekoittaa montaa näytön ostajaa.

Kaapelit

Tavallisessa VGA-kaapelissa 15-piikkinen D-liitin on molemmissa päissä. Parempaan tiedonsiirtoon ja kuvan laatuun päästään VGA-BNC-kaapelilla. Siinä RGB-värikanavat sekä vaaka- ja pystytaajuudet erotetaan toisistaan näytönohjaimen päässä ja ohjataan näytön BNC-liittimiin. Tällöin signaalien kulkiessa omissa eristetyissä kaapeleissaan häiriöalttius on pienempi. Jotta VGA-BNC-kaapelia voidaan käyttää, on näytössä oltava BNC-valmius.



Kuva: VGA-näyttöjen kaapelivaihtoehdot.

VGA-BNC-kaapelin näytönohjaimeen tuleva pää on 15-piikkinen D-liitin. Näyttöön kytketään viisi eri BNC-kaapelia, jotka ovat merkitty seuraavasti: R, G, B, H ja V. Kaapelit ovat usein myös eri värisiä:

R = punainen
G = vihreä
B = sininen
H = musta
V = harmaa

Joissakin VGA-kaapeleissa on liittimen vieressä paksu laatikkomainen kappale. Se on ferriittirengas, joka suodattaa häiriösignaaleja. Ferriittirenkaan pitää olla kaapelin tietokoneen puoleisessa päässä.

Taajuudet

Kuvataajuus *(Vertical Sync)* ilmaisee kuinka monta kertaa sekunnissa näyttöä päivitetään. Mitä suurempi luku, sitä paremmalta näytön kuva näyttää. Kuvataajuussanan tilalla käytetään usein myös sanaa virkistystaajuus. Tarkemmin kuvataajuudesta on Näytönohjain-luvussa.

Juovataajuus *(Horizontal Sync)* ilmoittaa miten usein yksi vaakajuova piirretään näyttöön. Se saadaan kertomalla kuvataajuus pystysuunnan pikselien määrällä. Esimerkiksi 640x480 näytön esittämisessä 70 hertsin taajuudella, on juovataajuuden oltava pienimmillään 70 x 480 = 33 600 Hz. Varmuusmarginaalin lisäyksen jälkeen juovataajuuden minimi olisi noin 38 kHz.

Kaistanleveys *(Bandwidth)* on myöskin tärkeä monitorin laadun mittari. Kaistanleveys määrittelee nopeuden, jolla näytölle tulevan kuvan tiedot on saatava esitettyä yhden sekunnin aikana.

Esimerkiksi 640x480 VGA-kuvan päivittämiseen 70 hertsin taajuudella, tarvitaan 21,5 miljoonan pikselin siirto sekunnissa. Sen lisäksi täytyy huomioida jokaisen rivin päässä tapahtuva elektronisuihkun siirtäminen seuraavan rivin alkuun sekä näytön alaosasta siirto takaisin yläosaan. Siksi tarvitaan noin 25 prosentin varmuusmarginaali kaistanleveyteen, joten VGA-ruudun minimikaistanleveys on 28 MHz.

Mitä suurempi kaistanleveys, sitä suurempia resoluutioita ja tarkempaa kuvaa voidaan esittää. Eli myös toisinpäin, mitä suurempi kuvatarkkuus on käytössä, sitä suurempaan kaistanleveyteen on myös näytön pystyttävä. 1024x768 kuvatarkkuuden esittäminen 75 hertsin taajuudella vaatii vähintään 75 megahertsin kaistanleveyden.

Kiinteätaajuuksiset ja monitaajuusnäytöt

Näyttöjä on periaatteessa kolmea tyyppiä, jotka yhdessä liitännän kanssa määräävät näytön soveltuvuuden eri näytönohjaimille.

Kiinteätaajuuksiset näytöt (*Fixed-Frequency Monitor*) kykenevät tahdistumaan hyvin kapealle taajuusalueelle. Esimerkiksi pelkälle VGA-näytönohjaimelle tarkoitettu näyttö edellyttää, että näytönohjaimen juovataajuus on 31,5 kilohertsiä tai lähellä sitä ja kuvataajuus joko 60 tai 50 hertsiä riippuen näyttötilasta. CGA-, EGA-, Hercules- ja VGA-näytöt ovat

kiinteätaajuuksisia näyttöjä.

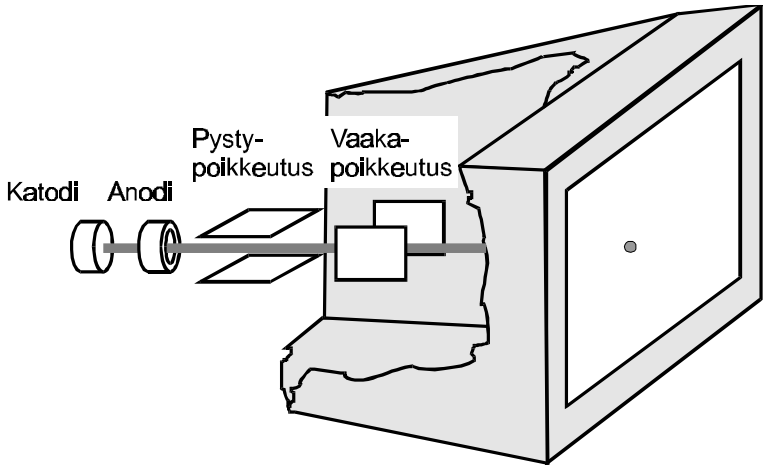
Kiinteätaajuuksinen monitaajuusnäyttö (*Multiple Fixed Frequency Monitor tai Multiple Frequency Monitor*) osaa lukkiutua kahdelle tai useammalle juova/kuvataajuusparille vastaavin toleranssirajoin kuin kiinteätaajuuksinen näyttö. Standardinäytöistä 8514 on yksinkertainen esimerkki kiinteätaajuuksisesta monitaajuusnäytöstä.

Skannaava monitaajuusnäyttö (*Variable Frequency Monitor, Multiscanning Monitor*) skannaa laajaa taajuuskaistaa tahdistuen siltä löytämilleen ohjaustaajuuksille.

Kuvan muodostuminen

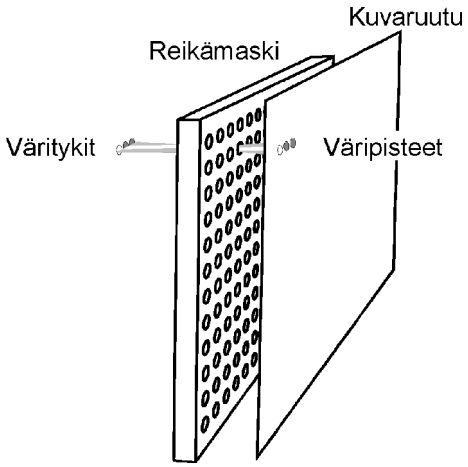
Näytön pinnassa on kolmen päävärin muodostamia fosforipisteitä. Kun pisteisiin ohjataan tietyn voimakkuinen elektronisuihku, näyttää tulos ihmissilmälle yhdeltä tietyn väriseltä pisteeltä.

Elektronisuihkua ohjataan poikkeutuskelojen synnyttämien magneettikenttien avulla. Pystypoikkeutuskela ohjaa elektronisuihkun pystysuuntaista liikettä ja vaakapoikkeutuskela vaakasuuntaista liikettä. Elektronisuihkun synnyttää kuvaputken takaosassa oleva elektronitykki. Värinäytössä jokaiselle päävärille on oma elektronitykkinsä.



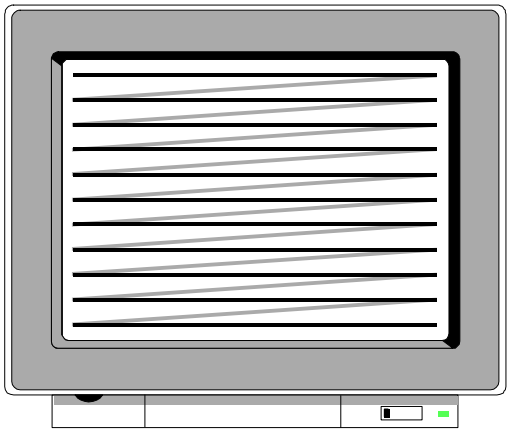
Kuva: Elektronisuihkun ohjaus näytölle, jolloin näkyvä piste muodostuu.

Elektronitykkien ja fosforipinnan välissä on reikämaski, jossa on yksi reikä jokaista kolmen erivärisen pisteen ryhmää varten. Reikämaskin tehtävänä on ohjata elektronisuihku mahdollisimman tarkasti oikeanvärisiin pisteisiin. Värivirheet syntyvät usein reikämaskin lämpölaajenemisen johdosta. Jos maski on tehty hyvin, esimerkiksi Invar-metallista, on lämpölaajeneminen hyvin pientä.



Kuva: Elektronisuihku kulkee reikämaskin läpi kuvaruudulle.

Elektronisuihkua ohjataan siten, että suihku pyyhkii kuvaputken pintaa juova kerrallaan vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Muuttamalla elektronisuihkun voimakkuutta kuvaputken pinnalle syntyy haluttu kuva. Kun kuva on piirretty, suihku ohjataan takaisin kuvaputken vasempaan yläreunaan ja kierros alkaa alusta.



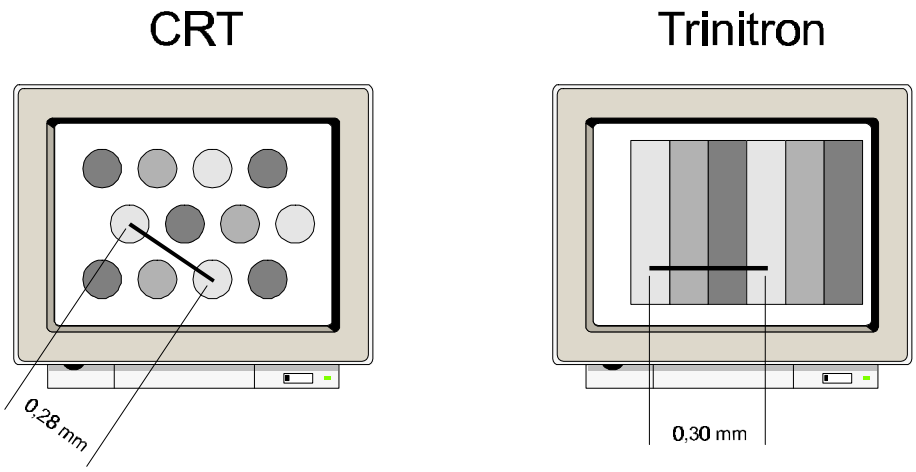
Kuva: Elektronisignaalien kulku näytöllä.

Yksivärinäytön kuvaputkessa on yksi elektronitykki. Värikuvaputken pinnassa on erilliset väripisteet punaiselle, vihreälle ja siniselle värille ja kutakin väriä kohden erillinen elektronitykki (väritykki). Väripisteet ovat ympyrän muotoisia ja ryhmitelty kolmiomuodostelmaan. Sonyn kehittämässä Trinitron-kuvaputkessa käytetään suorakaiteen muotoisia vierekkäin ryhmiteltyjä väripisteitä ja lisäksi Trinitron-kuvaputken pinta on sylinterimäinen kaartuen vain vaakasuunnassa.

Elektronisuihkun ohjaussignaalit generoi näytönohjain, joka välittää ne näytönohjaimen liitäntäkaapelia pitkin näyttöön.

Pisteväli

Pisteväli (*Dot Pitch*) tarkoittaa yksittäisten samaa väriä (punainen, vihreä tai sininen) olevien väripisteiden keskipisteiden etäisyyttä toisistaan. Trinitron-kuvaputken ja tavallisen kuvaputken pistevälit eivät ole suoraan verrannolliset toisiinsa, sillä Trinitron-kuvaputkessa pisteväli tarkoittaa pystysuunnassa olevien pitkien väripisteiden vaakasuuntaista etäisyyttä.



Kuva: Tavallisen ja Trinitron kuvaputkien pistevälit.

Mitä pienempi pisteväli on, sitä terävämpi kuva näytössä periaatteessa on. Samalla pisteväli esittää rajan näytön todelliselle resoluutiolle. Yleisesti käytettyjä pistevälejä ovat 0,31 ja 0,28 millimetriä. Uudemmat näytöt käyttävät 0,26 pisteväliä, joka on oikein hyvä arvo. Pisteväliä ei voi säätää.

Lomitustekniikka

Näytön lomittelua (*Interlacing*) käytetään silloin, kun näyttö ja näytönohjain eivät kykene esittämään kuvaa lomittamattomana. Lomitetussa tilassa kuva muodostetaan kahdesta puolikuvasta siten, että ensin näyttöön piirretään joka toinen juova, jonka jälkeen säde ohjataan kuvaruudun vasempaan yläreunaan ja piirretään joka toinen juova. Itse lomittelusta huolehtii näytönohjain näytön seuratessa orjallisesti näytönohjaimen ohjaussignaaleja.

Lomitustekniikan etu on siinä, että sitä käyttäen näytössä kyetään esittämään suurempia näyttötarkkuuksia kuin mihin näyttö muutoin kykenee. Useimmiten lomittelu tulee esiin käytettäessä 1024 x 768 pisteen tilaa tavallisella 14 tuuman monitaajuusnäytöllä. Lomitustekniikan haittana on kuvan välkkyminen ja värinä, jotka voivat aiheuttaa silmävaivoja ja päänsärkyä. Välkkymisen huomaa erityisen selvästi tietyntyyppisiä yksivärisiä rasterikuvioita käytettäessä.

Näytön kaarevuus ja pinta

Vanhemmat näytöt ovat melko kaarevia, ikäänkuin näyttö olisi osa hyvin suuresta pallon pinnasta. Jotkut kutsuvat näitä kalansilmänäytöiksi. Suorakaiteen muotoinen kuva näyttää hieman oudolta tällaisessa kaarevassa näytössä. Lisäksi se heijastaa enemmän valoja käyttäjän silmään, koska kaarevuus kerää valonsäteitä laajemmalta alueelta. Litteämmässä näytössä kuvat näyttävät paremmalta ja se heijastaa vähemmän valoa käyttäjän silmiin.

Näytön pintamateriaalilla voidaan vaikuttaa kuvan kontrastiin sekä valoheijastuksiin. Esimerkiksi tumma kuvaputken lasi parantaa huomattavasti käyttömukavuutta. Lisäksi se voi olla käsitelty heijastuksenestopinnoitteella.

On olemassa myös erilaisia tummia laseja, joita voidaan sijoittaa näytön eteen, mutta ne eivät korvaa hyvin tehtyä näyttöä.

Näytön värisävy

Näyttöjen yleisvärisävyt vaihtelevat hieman riippuen valmistajasta ja mallista. Valkoinen voi joskus näyttää esimerkiksi punertavalta tai sinertävältä. Jos näytössä on värilämpötilan säätö, voidaan kuva säätää halutunsävyiseksi.

Värilämpötilaa säädetään muuttamalla punaisen, vihreän ja sinisen värin suhdetta. Arvona käytetään Kelvin-yksikköä.

Värisävyvaihtoehdot voivat olla esimerkiksi 7000, 8000 ja 9000 kelviniä. Pienempi luku on punertavamman ja suurempi sinertävämmän sävyinen.

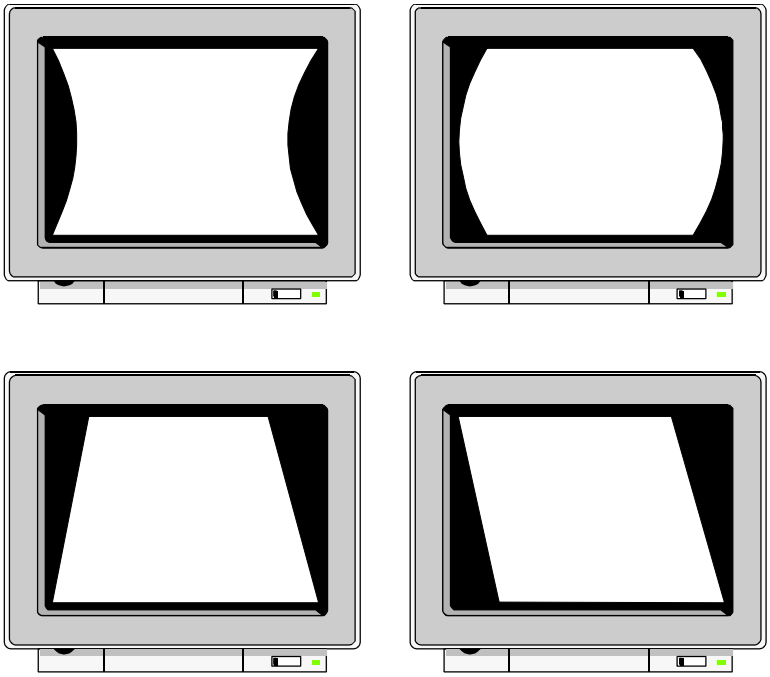
Kuvavirheet ja muotovääristymät

Kuvassa voi esiintyä monenlaisia vääristymiä. Jos näytön säätimillä ei saa häiritseviä vääristymiä korjattua, on näyttö toimitettava huoltoon.

Konvergenssivirhe syntyy, kun kaikki värinäytön elektronisuihkut eivät osu riittävän tarkasti kuvaputken pinnan väripisteisiin. Konvergenssia voi tutkia esimerkiksi esittämällä näytössä mustalla taustalla valkoisia kirjaimia. Jos kirjaimien reunoissa erottuu häiritseviä haamuvärejä, kaipaa näyttö konvergenssisäätöä. Konvergenssivirhettä esiintyy yleensä eniten näytön pystyreunoilla. Kaikissa näytöissä ei ole konvergenssivirheen korjaussäätöä.

Fokusointivirhe syntyy, kun elektronisuihkut ovat levinneet liikaa kuvaputken fosforipintaan osuessaan. Fokusointivirhe saa kuvan näyttämään suttuiselta.

Kuvan muotovääristymiä on useita erityyppisiä. Seuraavassa kuvassa on esiteltynä tyypilliset muotovääristymät hieman liioiteltuna, jotta muotovirheet nähdään kunnolla.



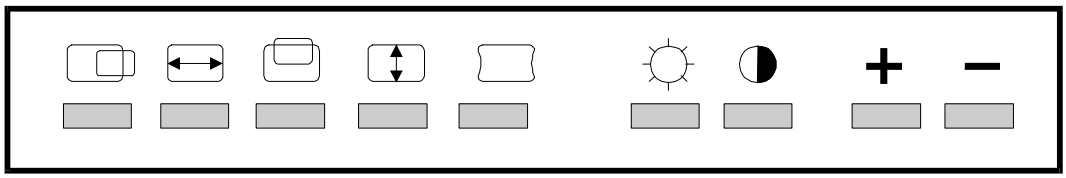
Kuva: Kuvan muotovirheitä: 1) tyynyvääristymä 2) tynnyrivääristymä 3) trapetsivääristymä 4) kallistusvääristymä.

Näytön säädöt ja säätimet

Näytön säätimiä tarvitaan kohdistamaan kuva oikean kokoisena ja oikeaan paikkaan näytöllä. Lisäksi usein tarvitaan myös valoisuuden ja kontrastin säätöä parantamaan näkyvyyttä.

Näytön säätimet voivat olla toteutettuna analogisina tai digitaalisina. Analogiset säätimet ovat pyöritettäviä säätimiä, jolloin joudutaan usein säätämään eri kuvatarkkuuksilla näytön asetukset aina uudestaan. Huomaa, että jo värien määrän vaihto vaikuttaa usein kuvan paikkaan ja kokoon näytöllä.

Digitaalisissa näytöissä on muistia, jolloin eri kuvatarkkuuksien säädöt voidaan tallentaa muistiin. Digitaalisia näyttöjä ohjataan painonapeilla, jotka ovat järjestetty näyttökohtaisesti.



Kuva: Näytön digitaaliset perussäädöt.

Ylläolevan kuvan mukasiilla säätimillä voidaan muuttaa kuvan paikkaa ja kokoa, tyynyvääristymää, kirkkautta ja kontrastia. Ensin valitaan haluttu toimenpide säädinmerkin alla olevasta painonapista, jonka jälkeen säätöä muutetaan plus- ja miinuspainonapeilla.

Näyttöjen säädinvalikoimat vaihtelevat paljon, eikä läheskään kaikissa näytöissä ole kaikkia tässä esitettyjä säätöjä. Joissakin taas voi olla tästä puuttuvia erikoissäätöjä.

Kirkkaus *(Brightness)* ja **kontrasti** *(Contrast)* säädetään sopivaksi kirkkaus- ja kontrastisäätimillä.

Asemointi- ja levityssäätimillä kuva saadaan kohdistettua keskelle ja tarvittaessa levitettyä näytön reunoille. Mahdollisia säätöjä ovat kuvan **vaakasiirto**, kuvan **pystysiirto**, kuvan **leveys** ja kuvan **korkeus**. Näitä säätöjä voidaan tarvita esimerkiksi silloin, kun monitaajuusnäytön tietylle näyttötilalle esisäädetyt tunnistesignaalit eivät täysin vastaa näytönohjaimen käyttämiä.

Muotovirheiden korjaussäädöillä korjataan mahdolliset muotovirheet (suuri määrä korjaussäätöjä voi kieliä siitä, että niitä todella tarvitaan). Tyypillisiä säätöjä ovat **pystyviivojen oikaisu**, **trapetsisäätö**, **kuvan kääntö** ja **kuvan kallistus**.

Konvergenssisäätimellä korjataan konvergenssivirhe eli värihajonta. Trinitron-kuvaputkella varustetuissa näytöissä on lähes poikkeuksetta erilliset säädöt vaaka- ja pystykonvergenssille. Tavallisilla kuvaputkilla varustetuissa näytöissä konvergenssisäätö ei yleensä ole käyttäjän tehtävissä. Myös **fokusointisäätö** on vain harvoissa näytöissä käyttäjän tehtävissä.

Joissakin näytöissä on säädettävissä myös **värilämpötila.** Tällaiset näytöt sopivat muita paremmin kuvankäsittelynäytöiksi, koska näytön värit saadaan vastaamaan lähemmäksi tulostuslaitteen värejä. Värilämpötilaa säädetään Kelvin-asteina.

Degauss-kytkimellä demagnetoidaan kuvaputki, jos kuvaan on esimerkiksi syntynyt pysyvä vääristymä ulkoisen magneettikentän johdosta. Degauss-kytkimen puuttuminen ei useinkaan tarkoita sitä, ettei näytössä ole degauss-toimintoa. Monissa näytöissä degauss-toiminto suoritetaan automaattisesti aina, kun näyttöön kytketään virta.

Kuvakulman säätö

Näytön kuvakulmaa voidaan muuttaa kääntämällä sitä ylös ja alas sekä oikealle ja vasemmalle. Jalusta on usein kiinni pallonivelellä, joka mahdollistaa kääntämisen joka suuntaan, lukuunottamatta kallistusta. ICL:n näyttöihin on saatavilla myös joutsenkaulajalustoja, jolloin voidaan säätää myös näytön korkeutta.

Säädöistä on hyötyä, koska näyttöjen paikat vaihtelevat sekä käyttäjien pituudet. Pöydän ja tuolin korkeudet vaikuttavat myös katselukorkeuteen.

Jos näyttö sijaitsee esimerkiksi suoraan pöydällä tai korkeammalla mikron päällä, on ylä/alasuunnan säätö tarpeen. Jos näyttö sijaitsee hieman sivussa, tarvitaan sivusuunnan säätöä, jolloin näytön ruutu on suoraan katselijaa kohti. Monesti valoheijastusten takia joudutaan myös säätämään näytön suuntaa.

Nestekidenäytöt

Nestekidenäyttöjä (LCD-näyttö, *Liquid Crystal Display*) käytetään pääasiassa kannettavien mikrojen näyttöinä, sillä ne ovat litteitä, suhteellisen kevyitä ja kuluttavat vähän virtaa.

Nestekidenäytöt ovat yleensä VGA-näyttöjä ja niistä on sekä väri- että harmaasävyversioita.

Kuva: Kannettava mikro ja sen nestekidenäyttö.

Nestekidenäyttöjä valmistetaan myös tavallisen kuvaputkinäytön korvaajaksi pöytämikroille. Etuina ovat

- Pöytätilaa kuluu hyvin vähän
- Näyttö on täysin litteä ja suorakaiteen muotoinen
- Kontrasti ja tarkkuus ovat erittäin hyviä
- Välkkymistä ei esiinny
- Pieni virrankulutus

Ainoana haittapuolena on kalleus sekä se, että kovin suuria näyttöjä ei vielä pystytä valmistamaan. Suurin tarkkuus on tällä hetkellä 1024x768 pistettä ja näyttöalan fyysinen koko noin 14,5 tuumaa.

Näyttötarkkuus

Nestekidenäyttöpaneelin koko pisteinä on yleensä joku seuraavista:

- 640x480
- 800x600
- 1024x768

Mitä enemmän pisteitä, sitä kalliimpi näyttöpaneeli on.

Nestekidenäytössä on yksi nestekidesolu jokaista esitettävää pistettä kohden täydellä kuvatarkkuudella. Kun käytetään tätä pienempiä kuvatarkkuuksia, voidaan ne muodostaa kahdella eri tavalla:

- Käytetään vain tarkkuuden edellyttämää pistemäärää, jolloin kuvan koko on pienempi ja sijaitsee keskellä näyttöruutua. Esitettävän kuvan ja näytön reunojen väliin jää mustat tyhjät alueet, koska kyseisiä nestekidepisteitä ei käytetä.

- Kokoruudun kokoisena esitettävässä pienemmän kuvatarkkuuden kuvassa joudutaan käyttämään eri nestekidepistemääriä kohdasta riippuen. Jos kuva pienennettäisiin tasan puoleen, esittäisi vaaka- ja pystysuunnassa kaksi pistettä jokaista kuvapistettä. Jos esitettävä kuvatarkkuus on jotain muuta, joudutaan esimerkiksi joka toinen kuvapiste esittämään yhdellä nestekidepisteellä ja joka toinen kahdella. Lopullisen kuvan laatu ei välttämättä ole paras mahdollinen.

Fyysinen koko

Nestekidenäytön kokoa ei voida verrata suoraan kuvaputkinäytön kokoon. Tämä johtuu siitä, että nestekidenäytöstä ilmoitetaan koko käytettävissä oleva koko. Kuvaputkista ilmoitetaan kuvaputken koko, vaikka käytettävissä oleva koko onkin usein tuuman tai kaksi pienempi. Kuvaputken reunoilla ei voida teknisistä syistä esittää tarkkaa kuvaa.

Esimerkiksi 14 - 15 tuuman nestekidenäyttö vastaa kuva-alueen kooltaan 17 tuuman kuvaputkinäyttöä.

Toiminta

Nestekidenäytössä kukin kuvapiste toimii suotimena, joka joko päästää valon lävitseen tai estää sen kulun. Tausta- ja sivustavalaistuissa nestekidenäytöissä valonlähteenä käytetään joko elektroluminenssilevyä tai CCFL-elementtiä (*Cold Cathode Fluorescent Lamp*).

Nestekidepaneeli on kerrosrakenteinen. Uloimpana kummallakin puolella on polarisaattorit, joiden läpäisysuunnat ovat 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Näiden välissä on vaaka- ja pystyelektroditasot joiden välissä on lopulta nestekidemolekyylikerros.

Nestekidekerroksessa sauvamaiset nestekidemolekyylit ovat järjestyneet kierreporrasmaisesti siten, että ne kiertyvät polarisaattorien läpäisysuuntien mukaisesti 90 astetta. Tässä tilanteessa valo läpäisee nestekidepaneelin: ensimmäinen polarisaattori polarisoi valon läpäisysuunnassaan ja valo kiertyy "nestekidekierreportaissa" toisen polarisaattorin läpäisysuunnan suuntaiseksi.

Valon kulku saadaan estettyä kytkemällä nestekidekerroksen ylä- ja alapintojen välille jännite. Tällöin nestekidekerroksen sisällä olevat molekyylit kääntyvät eri asentoon sitä enemmän, mitä keskempänä ne ovat rikkoen siten kierreportaan ja estäen valon kulun. Kun jännite poistuu, palautuvat nestekidemolekyylit takaisin kierreporrasmuodostelmaan.

Edellä on kuvattu yksinkertaistetusti **kiertonemaattinen** menetelmä (*Twisted Nematic, TN*).

Tietty kuvapiste saadaan aktivoitua johtamalla jännite sen rivi- ja sarakejohtimia pitkin. Näytön päivitys suoritetaan vaakarivi kerrallaan esimerkiksi siten, että riville johdetaan jännite samanaikaisesti rivillä aktivoitavien kuvapisteiden sarakejohtimien kanssa. Värinäytöissä on erilliset kuvaelementit kullekin perusvärille.

Passiivi- ja aktiivimatriisinäyttö

Passiivimatriisinäytössä näytönpäivitystä hidastaa nestekiteen kytkentäaika, sillä rivikohtaisesti on jonkin verran odotettava, ennen kuin päästään ohjaamaan seuraavaa riviä. Jos seuraavalle riville siirryttäisiin heti, heikkenisi näytön kontrasti olemattomiin, sillä kiteet eivät kerkeäisi rikkomaan kierreporrasmuodostelmaa juuri ollenkaan. Hitaasta näytön-

päivityksestä johtuen passiivimatriisinäyttö ei ennätä reagoimaan nopeisiin näyttötapahtumiin, kuten tekstin vieritykseen ja kursorin siirtoon Windowsissa.

Aktiivinäytössä on suurempi katselukulma kuin passiivinäytössä. Passiivinäyttöä ei voi katsoa juuri yhtään näytön sivusta, koska kuvapisteet näyttävät kaikki tasaharmailta. Tämä johtuu näytön kiderakenteesta.

TFT-aktiivimatriisinäytössä kutakin kuvapistettä kohden on kytkennästä huolehtiva ohutkalvotransistori (*Thin Film Transistor*). Näytönpäivitys voidaan suorittaa huomattavasti nopeammin kuin passiivimatriisinäytössä. TFT-näytön virkistystaajuus on noin 50 Hz.

Näyttötyypit

STN-näytöissä (*Super Twisted Nematic*) käytetään superkiertonemaattista menetelmää, jossa nestekidemolekyylejä kierretään huomattavasti enemmän kuin FN-näytössä, tavallisesti yli 200 astetta. Tämä parantaa parantamaan näytön kontrastia ja katselukulmaa. Kontrastin parantuminen perustuu siihen, että nestekidemolekyyleiltä kuluu pidempi aika kiertyä suurempaan kulmaan. STN-näytöllä ei kuitenkaan saada aikaan mustia merkkejä vaalealla taustalla (yleensä STN-näytössä on mustat merkit kellertävänvihreällä taustalla tai siniset merkit vaaleanharmaalla taustalla).

DSTN-näytöissä (*Double Super Twisted Nematic*) käytetään kaksoissuperkiertonemaattista menetelmää, jossa kaksi STN-kierrettyä nestekidekerrosta on sijoitettu sopivasti niin, että STN-näytön värivääristymää ei tapahdu.

FSTN-näytöissä (*Film compensated Super Twisted Nematic*) käytetään STN-levyn lisäksi yhtä tai kahta nestekiteitä hidastavaa erikoiskalvoa, joilla saavutetaan sama lopputulos kuin DSTN-näytössä. Kahta kalvoa ja STN-kerrosta käyttäviä näyttöjä sanotaan myös **kolmoissuperkiertonemaattisiksi** näytöiksi.

Kaasuplasmanäyttö

Kaasuplasmanäyttö (*Gas Plasma*) on litteä näyttö, jossa kutakin kuvaelementtiä vastaa pieni läpinäkyvä putki, joka on täytetty neonkaasulla tai neon-argon-kaasuseoksella. Kun kuvaelementtiin johdetaan jännite, kaasu ionisoituu ja lähettää valoa. Valon sävy on punertavan oranssi. Menetelmästä johtuen kaasuplasmanäyttö on itsevalaiseva eikä siten tarvitse taustavaloa tai muuta ulkoista valonlähdettä.

Nykyisissä kaasuplasmanäytöissä voidaan esittää VGA-grafiikkaa 16 sävyllä. Kaasuplasma-näytön tehonkulutus on jonkin verran suurempi kuin nestekidenäytön. Näyttöä on yleensä käytetty vain verkkokäyttöisissä kannettavissa, mutta nykyään sitä käytetään myös akkukäyttöisissä mikroissa.

Näyttösäteily

Näyttösäteilyllä tarkoitetaan näytön synnyttämiä sähkömagneettisia kenttiä. Näille kentille on Ruotsissa luotu MPR II -normi sekä uudempi ja tiukempi TCO91-normi. Lisäksi on olemassa myös TCO92-normi, jossa on TCO91:n lisäksi energiansäästö- ja paremmat sähköturvallisuusnormit.

MPR II-, TCO91- ja TCO92-raja-arvot täyttäviä näyttöjä kutsutaan myös matalasäteilynäytöiksi. PTB-normissa määritellään rajat röntgensäteilylle ja VDE-B-normissa elektromagneettiselle säteilylle.

MPR II -mittauksessa näytön sähkö- ja magneettikentät mitataan useista paikoista näytön ympäriltä 50 senttimetrin etäisyydeltä.

MPR II -normit		
Sähkökentän taajuuskaista	**Normirajat**	**Etäisyys**
0 Hz (staattinen)	-500 V - +500 V	50 cm
5 Hz - 2 kHz	<= 25 V/m	50 cm
2 kHz - 400 kHz	<= 2,5 V/m	50 cm
Magneettikentän taajuuskaista		
5 Hz - 2 kHz	<= 250 nT	50 cm
2 kHz - 400 kHz	<= 25 nT	50 cm

TCO91-mittauksessa näytön sähkö- ja magneettikentät mitataan useista paikoista näytön ympäriltä 30 ja 50 senttimetrin etäisyydeltä.

TCO91-normit		
Sähkökentän taajuuskaista	**Normirajat**	**Etäisyys**
0 Hz (staattinen)	-500 V - +500 V	50 cm
5 Hz - 2 kHz	<= 10 V/m	30 cm
2 kHz - 400 kHz	<= 1,0 V/m	30 cm
Magneettikentän taajuuskaista		

5 Hz - 2 kHz	<= 200 nT	30 cm
2 kHz - 400 kHz	<= 25 nT	50 cm

TCO92-normissa on TCO91:n määritysten lisäksi seuraavat kohdat:

- Näytössä on oltava automaattinen sammutus energian säästämiseksi toteutettuna jommalla kummalla seuraavista tavoista (Vaihtoehto A on suositus. Vaihtoehtoa B suositellaan vain päätteille.)

  Vaihtoehto A, näyttö sammutetaan kahdessa vaiheessa.
  Vaiheessa 1 näyttö menee automaattisesti valmiustilaan, jossa virrankulutus ei saa ylittää 30 wattia. Lisäksi näytön on palauduttava 3 sekunnin kuluessa siitä, kun hiirtä tai näppäimistöä taas käytetään.
  Vaihe 2: jos näyttöä ei palauteta tiettyyn aikaan, on näytön siirryttävä virran katkaisutilaan, jossa virrankulutus ei saa ylittää 8 wattia.

  Vaihtoehto B, näyttö sammutetaan yhdessä vaiheessa.
  Näyttö menee automaattisesti valmiustilaan, jossa virrankulutus ei saa ylittää 15 wattia. Lisäksi näytön on palauduttava 3 sekunnin kuluessa siitä, kun hiirtä tai näppäimistöä taas käytetään.

- Näytön energiankulutus on ilmoitettava ja käyttäjälle on kerrottava, kuinka energiansäästötoimet aktivoidaan.

- Näytön on täytettävä eurooppalaiset turvallisuusvaatimukset. Käyttäjä ei saa joutua alttiiksi sähköiskulle eikä näyttö saa syttyä palamaan suunnittelu- tai valmistusvirheen johdosta.

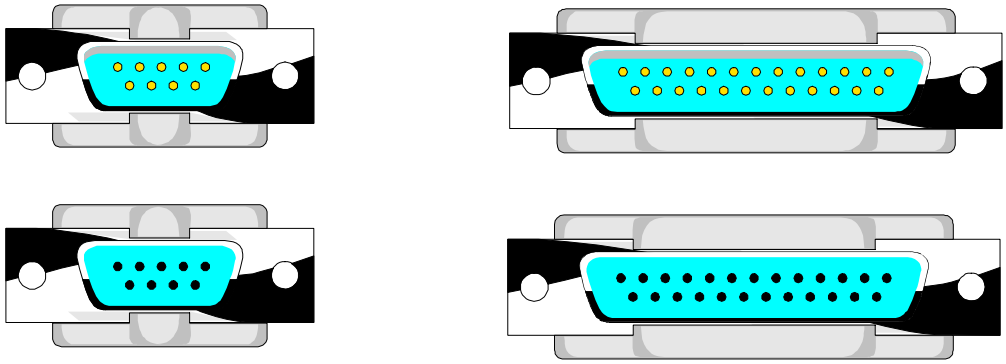
- Näyttö on testattava TCO:n hyväksymässä testilaboratoriossa ja sen mittaustulosten on oltava saatavilla.

11. LIITÄNNÄT

Tässä luvussa tutustutaan sarja *(Serial, RS-232)*- ja rinnakkaisliitäntöihin *(Centronics)* sekä muihin uudempiin ja nopeampiin liitäntöihin. Näistä liitännöistä käytetään myös yleisnimitystä portti. Tavallisessa perusmikrossa on kaksi sarja- ja yksi rinnakkaisliitäntä. Uudempia liitäntöjä on harvemmassa mikrossa.

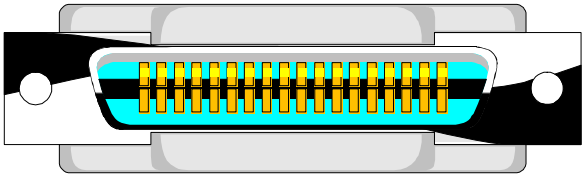
Sarjaliitäntöjä käytetään yleensä hiiren ja modeemin liittämiseen ja rinnakkaisliitäntää kirjoittimen liittämiseen mikroon. Toisinaan sarjaliitäntää käytetään myös kirjoittimille, mutta tiedon siirtäminen on selvästi hitaampaa.

Ne voivat olla integroituna emolevylle tai ne voivat sijaita erillisellä lisäkortilla. Lisäkorttia kutsutaan usein Multi I/O -kortiksi, jolloin siinä on myös levyasemaohjaus- ja peliporttiliitännät.



Kuva: Sarjaliittimiä.

Vasemmanpuoleisessa yllä olevassa kuvassa on 9-piikkinen sarjaliitäntä ja oikeanpuoleisessa kuvassa on 25-piikkinen sarjaliitäntä. Ylempänä on mikron uros- ja alempana on kaapelissa olevat naarasliitimet. Liitännät ovat D-liittimiä ja usein käytetään lyhennyksiä D9 ja D25.



Kuva: Kirjoittimen rinnakkaisliitin.

Rinnakkaisliitännän tietokoneen päässä käytetään samanlaista liitintä kuin 25-piikkinen sarjaliitäntä ja kirjoittimen päähän tulee erilainen liitäntä *(Centronics)*, joka on kuvattu yllä olevassa kuvassa.

Sitä liitintä, jossa on piikit, kutsutaan koirasliitimeksi (uros, *Male*). Vastakappaletta kutsutaan naarasliittimeksi *(Female)*.

Sarjaliitäntä

PC-mikron sarjaliitäntöjen (sarjaliikenneportti, *Serial*, RS-232) suurin määrä on neljä kappaletta. Kerrallaan näistä voi olla vain kaksi käytössä. Tämä johtuu siitä, että kaksi sarjaliitäntää käyttää aina samaa keskeytystä. Lisäkortin avulla pystytään asentamaan useampia sarjaliitäntöjä kuin neljä.

Sarjaliitännän liittimenä on 25- tai 9-napainen D-koirasliitin koneen takana. Yleisimmin sarjaliitäntöjä on kaksi, joista toinen on 25- ja toinen on 9-piikkisellä liittimellä.

Sarjaliitännän avulla tapahtuva sarjamuotoinen tietoliikenne tarkoittaa tiedon siirtämistä yhtä linjaa myöten, esimerkiksi käyttäen yhtä johtoa.

Usein varsinaisen tiedon siirtävän linjan (johdon) lisäksi käytetään muutamaa muuta linjaa (johtoa) tietoa siirtävien laitteiden väliseen kommunikointiin. Näiden linjojen avulla molemmat laitteet ovat tietoisia toistensa olemassaolosta ja valmiudesta tiedonsiirtoon.

PC:n sarjaliitäntää kutsutaan usein RS-portiksi tai pelkästään 'är-ässäksi'. RS tulee sanoista Recommended Standard eli se on suositus standardiksi. Liitynnästä on olemassa hyvin monta, vähän toisistaan poikkeavaa, toteutusta.

Asynkroninen ja synkroninen liitäntä

Synkronisessa tiedonsiirrossa ajoitus hoidetaan erillisen kellosignaalin avulla. Jokainen signaali lähtee tasaisin väliajoin aina kellopulssien mukaan. PC:n sarjaliitäntää käytetään yleensä asynkroniseen tiedonsiirtoon.

Asynkronisen liitynnän kautta lähetettävien merkkien ajallinen kesto on tarkasti määritelty ja kiinteä, mutta merkkien välinen aika voi vaihdella.

Keskeytykset ja osoitteet

Tiedonsiirto sarjaliitännän kautta hoidetaan tavallisesti käyttäen laitteistokeskeytyksiä. Kun sarjaliikennepiiri on valmiina tiedonsiirtoon ja saanut vastaanotetuksi yhden merkin, se lähettää käyttöjärjestelmälle keskeytyspyynnön *(Interrupt Requestin, IRQ)*.

IRQ lähetetään käyttäen hyväksi keskeytyspyyntölinjaa, joka johtaa RS-kortilta olevalta sarjaliikennepiiriltä emolevyllä olevalle mikropiirille, joka huolehtii keskeytyspyyntöjen käsittelystä.

Tavallisesti COM1 käyttää IRQ 4 - ja COM2 käyttää IRQ 3 -linjaa. Ongelmat syntyvät, kun koneessa on myös COM3 ja/tai COM4, sillä COM3 on yleensä kytketty IRQ 4:ään ja COM4 kytketty IRQ 3:een.

	COM1	COM2	COM3	COM4
Keskeytys	4	3	4	3

Mikäli COM1- ja COM3-portteja yritetään käyttää samanaikaisesti, monet ohjelmat jumiutuvat, sillä IRQ 4:n tullessa, ohjelma ei tiedä kummalta portilta keskeytyspyyntö on lähtöisin, ellei se osaa sitä tutkia.

Mikäli COM3- ja/tai COM4-portteja ei saada ohjelmallisesti toimimaan halutulla tavalla ja mikäli koneessa on ainakin yksi käyttämätön IRQ-linja, voidaan RS-korttia muuttaa siten, että keskeytyspyyntölinja kytketään vapaaseen IRQ-linjaan. Käyttämättömät keskeytykset löytyvät esimerkiksi MSD-ohjelmalla.

Mikäli uuden IRQ-linjan valitsemiseksi ei kortilla ole jumpperia tai kytkintä voidaan vanha IRQ-linja katkaista RS-kortilta ja uusi kytkeä tilalle kortin PC:n väylään tulevasta liittimestä. Tätä keinoa voidaan käyttää, mikäli sarjaliitäntää käyttävässä ohjelmassa voidaan vapaasti valita IRQ-linjan numero.

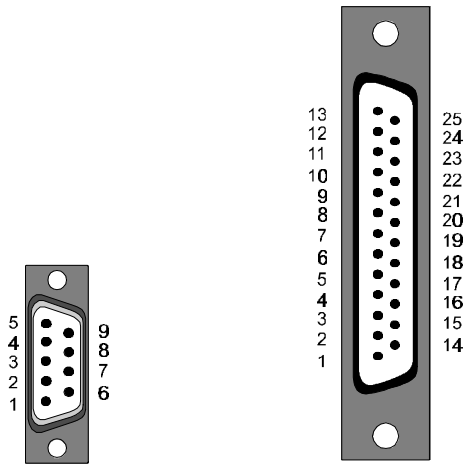
Tavallisen mikron sarjaportit käyttävät seuraavassa taulukossa olevia osoitteita.

	COM1	COM2	COM3	COM4
Keskeytys	4	3	4	3
Osoite	3F8-3FF	2F8-2FF	3E8-3EF	2E8-2EF

Osoitteen avulla käyttöjärjestelmä löytää sarjaportin oikeasta paikasta.

Liittimet

Mikrossa oleva sarjaliitin on tyypiltään D25 tai D9. Molemmat ovat koirasliittimiä. Kaapeleissa ovat vastaavat naarasliittimet. Seuraaviin taulukoihin on listattu 25- ja 9-napaisten liittimien napojen nimitykset sekä niiden toiminta.



Kuva: D9M ja D25M koirasliittimet ja niiden napajärjestys liittimien edestä päin katsottuna.

9-pinninen sarjaliitäntä		
Pinni	**Toiminta**	**Käsky**
1	Carrier Detect	CD
2	Receive Data	RXD
3	Transmit Data	TXD
4	Data Terminal ready	DTR
5	Signal Ground	GND
6	Data Set Ready	DSR
7	Request To Send	RTS
8	Clear To Send	CTS
9	Ring Indicator	RI

25-pinninen sarjaliitäntä		
Pinni	**Toiminta**	**Käsky**
1		
2	Transmit Data	TXD
3	Receive Data	RXD
4	Request To Send	RTS
5	Clear To Send	CTS
6	Data Set Ready	DSR
7	Signal Ground	GND
8	Carrier Detect	CD
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

16		
17		
18		
19		
20	Data Terminal ready	DTR
21		
22	Ring Indicator	RI
23		
24		
25		

Huomaa, että 25-pinnisen sarjaliitännän kaikkia pinnejä ei käytetä.

Seuraavassa listassa on hieman asiaa napojen toiminnoista:

TXD
Transmit Data (Lähtevä tieto)
Mikrolta lähtevä tieto

RXD
Receive Data (Tuleva tieto)
Oheislaitteelta tuleva tieto

RTS
Request To Send (Lähetyspyyntö)
Tämän linjan avulla mikro ilmoittaa oheislaitteelle, että se haluaa lähettää tietoa. Normaalisti RTS linjan tila on OFF, eli linja on loogisessa ykköstilassa, jolloin tämän navan jännite on -12 volttia.

Ennen kuin mikro aloittaa datan lähetyksen, se asettaa RTS-linjan ON-tilaan eli loogiseen nollaan (-12 volttia) ja odottaa kunnes DCE ilmoittaa CTS-linjan avulla, että se on valmis vastaanottamaan dataa. Kun oheislaite on valmis se asettaa CTS-linjan ON-tilaan eli "0" / +12V. Mikro aloittaa tiedon lähe-

tyksen TxD-linjan kautta. Kun tieto on lähetetty, mikro asettaa RTS:n takaisin OFF-tilaan.

Joissakin tapauksissa tämä linja asetetaan lähetyksen alussa ON-tilaan, ja pidetään siinä sitten jatkuvasti.

CTS
Clear To Send (Valmis lähetykseen)

Oheislaite ilmoittaa tämän linjan avulla, että se on valmiina vastaanottamaan tietoa. Normaalisti linja on OFF-tilassa. Sen jälkeen kun mikro on lähettänyt lähetyspyynnön (RTS), oheislaite valmistautuu datan vastaanottamiseen ja asettaa CTS-linjan ON-tilaan, josta mikro tietää että se voi aloittaa tiedon lähetyksen. Lähetyksen lopuksi mikro palauttaa RTS-linjan ja oheislaite asettaa CTS-linjan OFF-tilaan. Mikro ei lähetä tietoa, ellei CTS-linja ole ON-tilassa.

DSR
Data Set Ready (Modeemi toimintavalmis)

Kun oheislaite on valmiina tiedonsiirtoon, se ilmoittaa asiasta mikrolle asettamalla tämän linjan ON-tilaan. Normaalisti linja aktivoituu, kun oheislaitteeseen kytketään käyttöjännite.

GND
Signal Ground (Signaalimaa)

Kaikkien signaalien yhteinen maadoitus. Tämä linja pitää olla kytkettynä RS-liityntäjohdon molemmissa päissä.

CD
Carrier Detect (Kantoaalto vastaanotettu)

Oheislaite ilmoittaa tämän linjan avulla mikrolle että se on havainnut kantoaallon. Sen jälkeen mikro voi lähettää lähetyspyynnön, eli aktivoida RTS-linjan. Jotkut mikrot vaativat, että tämä signaali on koko tiedonsiirron ajan aktiivinen

DTR
Data Terminal Ready (Pääte toimintavalmis)

Kun mikro on valmiina tiedonsiirtoon, se ilmoittaa asiasta asettamalla tämän linjan ON-tilaan. Normaalisti linja aktivoituu kun oheislaitteeseen kytketään käyttöjännite. Jotta mikro voisi toimia normaalisti pitää tämä linja olla ON-tilassa.

RI
Ring Indicator (Soiton ilmaisu)

Oheislaite aktivoi tämän linjan kun se on vastaanottanut puhelinsoiton. Mikäli mikro on automaattivastaus-tilassa, se ryhtyy asian vaatimiin toimenpiteisiin yhteyden muodostamiseksi.

Toiminta

Bitit eli loogiset nollat ja ykköset siirretään paikasta toiseen kahden jännitetason avulla kuten yleensä muuallakin tietokoneessa. PC:n RS-liittimen ulostuloihin muodostettu jännite siirtyy johtoja myöten oheislaitteen sisäänmenoihin ja päinvastoin.

Tavallisesti tietokoneessa loogista nollaa vastaa 0 volttia ja loogista ykköstä 5 volttia. Tämä sääntö ei kuitenkaan päde RS-liitynnässä, sillä siinä loogista nollaa vastaa +12 volttia ja loogista ykköstä -12 volttia. Jotkut sarjaliitännät tosin ymmärtävät myös 0/5 voltin eli TTL-tasoiset signaalit normaalin +-12 voltin lisäksi. Tieto tulee kuitenkin käänteisenä, sillä 0 volttia onkin tässä tapauksessa looginen ykkönen ja vastaavasti 5 volttia on looginen nolla.

Sarjaliitännästä lähtevän kaapelin maksimipituus määräytyy kaapelin ominaisuuksien ja tiedonsiirtonopeuden mukaan. Pisin matka saavutetaan suojatulla kaapelilla ja hitaalla tiedonsiirtonopeudella. Pitkille matkoille on jännitetasoihin perustuvan siirron tilalla käytettävä esimerkiksi 0/20 mA virtasilmukkaan perustuvaa liityntää tai valokaapelia.

Sarjamuotoisen signaalin rakenne

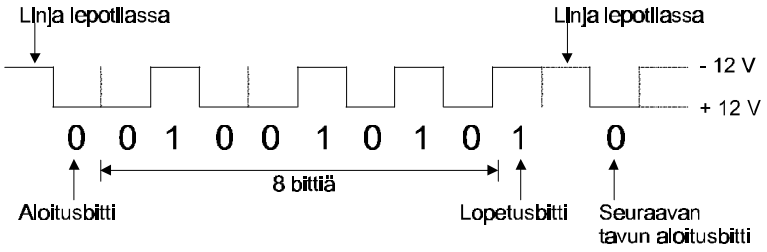
Tyypillinen sarjaliitännästä lähetettävä merkki sisältää 8 databittiä. Databittien lisäksi lähetetään aloitus- ja lopetusbitti. Databittien jälkeen, ennen lopetusbittiä voidaan lähettää pariteettibitti.

Alla olevasta kuvasta ilmenee kuinka R-kirjain lähetetään sarjaliitännän kautta kun databittejä on 8, ei pariteettia ja yksi lopetusbitti. R-kirjaimen ASCII-koodinumero on 82, joten 8 bittisenä binäärilukuna se on 01010010, sillä 64 + 16 + 2 = 82

```
MSB                          LSB
128 64  32  16   8   4   2   1  painoarvo
  0  1   0   1   0   0   1   0
```

LSB *(Least Significant Bit)* vähiten merkitsevä bitti
MSB *(Most Significant Bit)* eniten merkitsevä bitti

Vähiten merkitsevä bitti (*LSB*) lähetetään ensin, eli lähetysjärjestys on 01001010. Yhden siirrettävän bitin kestoaika on 1 / siirtonopeus baudeina. Jos käytössä on 2400 baudia, on yhden bitin pituus 1/2400 sekuntia eli 0.4167 ms.



Kuva: Sarjamuotoisen signaalin rakenne

RS-232C-standardin mukaan loogista nollaa "0" (SPACE) vastaa +3 ... +25 voltin jännite ja loogista ykköstä "1" (MARK) vastaavasti -3 ... -25 volttia. PC:ssä jännitteet ovat +12 volttia. Linjojen lepotila on "1" eli PC:ssä -12 volttia. Ohjauslinjoilla looginen nolla tarkoittaa, että kyseinen toiminto on päällä. Esimerkiksi, kun DTR-linjalla on +12 volttia eli looginen nolla, pääte on toimintavalmiina.

Tiedonsiirron nopeus

PC pystyy siirtämään tietoa sarjaliitännän kautta nopeuksilla 110 - 115 200 bittiä sekunnissa.

Yhden 8-bittisen merkin lähettämiseen vaaditaan vähintään 10 bittiä (databitit + aloitus- ja lopetusbitit). Seuraavassa taulukossa on PC:n käyttämät tiedonsiirtonopeudet, vastaava merkkien määrä sekunnissa sekä 100 kilotavun siirtoon kuluva aika ko. nopeudella.

baudit	**merkkiä/s**	**100 kt:n siirtoon kuluva aika**
110	11	2 h 25 min
150	15	1 h 54 min
300	30	57 min
600	60	28 min
1200	120	14 min
2400	240	7 min
4800	480	4 min
9600	960	2 min
19200	1920	53 s
38400	3840	27 s
57600	5760	18 s
115200	11520	9 s

DOS asettaa rajoituksen siirtonopeudelle, sitä hyväksikäyttäen maksimi nopeus on koneesta riippuen 9600 tai 19200 baudia.

Ohjaamalla suoraan sarjaliikennepiiriä voidaan käyttää myös muita nopeuksia, esimerkiksi 50, 75 ja 100 baudia.

BAUDI JA BIT/S

Baudeilla ilmoitetaan signaalitasojen muutoksien lukumäärä sekunnissa. Signaalitasojen määrä vaikuttaa siihen, kuinka monta bittiä siirtyy yhdessä sekunnissa. Mikäli käytetään kaksitasoista signaalia, esim. -12 ja +12 volttia, kerrallaan siirtyy yksi bitti, joko looginen nolla tai ykkönen. Mikäli signaalilla on neljä mahdollista tasoa, samalla baudimäärällä siirtyy kaksinkertainen bittimäärä.

Seuraavassa esimerkissä bittijono 010011011011 siirretään kaksitasoisella (a,b) ja nelitasoisella signaalilla (a,b,c,d).

```
0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1  Lähetettävät bitit
a b a a b b a b b a b b  2-tasoinen signaali
                 0 = a
                 1 = b

b a d b c d              4-tasoinen signaali
                 00 = a
                 01 = b
                 10 = c
                 11 = d
```

Koodauksen avulla saadaan yhdellä kertaa ja samassa ajassa lähetettyä kaksi bittiä yhden bitin sijasta. Vaikka baudit pysyvät samana, bittimäärä kaksinkertaistuu.

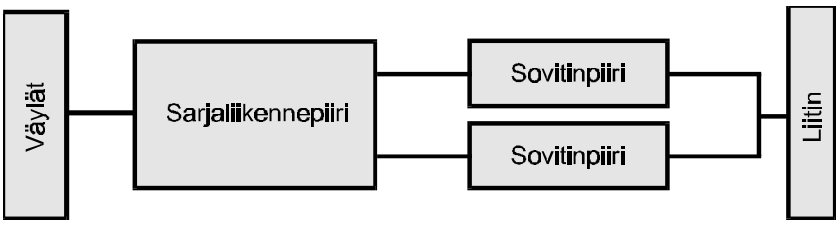
Koska PC:n RS-liittimestä lähtevällä signaalilla on kaksi tasoa, tiedonsiirron nopeus on sama, mitataan se sitten baudeilla tai biteillä/s. Modeemin lähettämät ja vastaanottamat äänitaajuiset signaalit voi olla moduloitu siten, että samanaikaisesti saadaan lähetettyä esimerkiksi 4 bittiä. Jos siirtonopeus on 2400 baudia ja kerralla siirtyy 4 bittiä, siirtyy sekunnissa 2400 * 4 eli 9600 bittiä.

Sarjaliikennepiirit

Sarjaliikennepiiristä käytetään usein nimitystä UART *(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)*. Jokainen PC:n sarjaporttiratkaisu käyttää UARTia toimintoihinsa.

BIOS kommunikoi sarjaliikennepiirin kanssa lukemalla/kirjoittamalla piirin 8-bittisiin rekistereihin vastaanotettavan/lähetettävän merkin sekä ohjaus- ja tilatietoja. Sarjaliikennepiirin avulla lähetettävät merkit saadaan muutetuksi PC:n väylän rinnakkaismuodosta RS-232C-standardin mukaiseksi sarjamuodoksi ja päinvastoin.

Sovitinpiirit suorittavat PC:n käyttämän jännitetason muunnoksen RS-liitynnän käyttämäksi +-12 voltiksi ja päinvastoin.



Kuva: Sarjaliikennepiirin liityntä PC:n väyliin ja RS232-liittimeen.

Sarjaliikennepiirit voidaan jakaa viiteen eri ryhmään piirirakenteiden mukaan: 8250-, 16450-, 16550-, 16650- ja 16750-piireihin.

8250-sarja

8250 on se sarjaliikennepiiri, joka oli ensimmäisissä PC-mikroissa vuonna 1981. 8250 onkin jo vanhentunut ratkaisu, eikä se sovellu esimerkiksi uusien nopeiden modeemien kanssa kuin alle 38 400 bps päätelaitenopeudella.

8250:ssä on yhden merkin puskuri, jonka takia PC:n täytyy lukea se merkki, ennen kuin seuraava vastaanotetaan. Tämän takia PC:n täytyykin tarkkailla linjaa jatkuvasti ja virheitäkin saattaa tulla helposti.

8250-sarjan piirit lähettävät siis keskeytyspyynnön aina kun ne vastaanot-

tavat uuden merkin linjalta. Tietoliikenneohjelman pitää huolehtia siitä, että kukin merkki otetaan talteen sitä mukaa kuin ne tulevat. Mikäli merkkejä tulee liian nopeasti ohjelman vastaanottokykyyn nähden, sarjaliikennepiiri lähettää asiasta virheilmoituksen ohjelmalle, mutta osa merkeistä häviää. Tämä ei ennen ollut ongelma koska modeemit olivat hitaita nykyisiin verrattuna.

Koska 8250 on yksinkertainen rakenteeltaan ja se on ollut pitkään markkinoilla, se on halpa. Tämän takia monissa laitteissa se on edelleen mukana.

8250:ssa on kohtuullisen paljon virheitä, joten siitä on kehitetty toimivampia versioita.

8250A korjaa monet virheet, mutta ei toimi kunnolla 9 600 bps nopeudella. Älä käytä tätä piiriä PC/XT-mikroissa, koska monien näiden mikrojen BIOSit on ohjelmoitu korjaamaan automaattisesti eräs 8250:n keskeytysvirhe. Koska 8250A-piirillä odotettua virhettä ei olekaan, toiminta on hyvin epäluotettavaa. AT-mikroissa ja uudemmissa tätä ongelmaa ei ole.

8250B on viimeisin tämän perheen UART-piiri. Virheitä on jälleen korjattu ja edellä mainittu keskeytysvirhe on laitettu takaisin turvaamaan PC/XT-mikrojen toiminnat. Tämäkään piiri ei toimi kunnolla 9 600 bps nopeudella. AT- ja uudempiin mikroihin 8250B-piiriä ei suositella.

16450-sarja

Vuonna 1984 julkaistiin 8250-rekisteriyhteensopiva piiri nimeltä 16450. Tämä piiri pystyy suurempaan toimintanopeuteen ja on siten hieman varmempi. Nopeille modeemeille 16450 ei tuo kuitenkaan juuri apua, sillä puskurikokokin on edelleen yhden merkin kokoinen.

16450 mahdollistaa teoriassa 115,2 kbps nopeuden. Kuitenkin, koska siinä ei ole kunnollista puskurointia, jää maksiminopeus 38,4 kbps:ään eli samaan kuin 8250-piirilläkin.

16550-sarja

Vuonna 1987 julkaistiin 16550-sarja, joka on huomattavasti tehokkaampi kuin edelliset mallit. Ensimmäiset versiot olivat tosin hieman bugisia,

joten uusi toimiva ratkaisu julkaistiin myöhemmin nimellä 16550A.

16550 ei pysty käyttämään FIFO-puskuria, joten se kannattaa ehdottomasti vaihtaa 16550A-piiriin.

16550A:n tehokkuus perustuu ennenkaikkea 16 merkin FIFO *(First In First Out)* -puskuriin. Tämän johdosta 16550A voi vastaanottaa merkkejä 1440 mikrosekuntia, kun 8250:n pisin aika on vain 90 mikrosekuntia, ennen kuin tietoa häviää. Pitkää vastaanottoaikaa tarvitaan, koska PC ei aina välttämättä ehdi palvelemaan ajoissa sarjapiiriä.

16550:n suurin tiedonsiirtonopeus on 115,2 kbps.

16550-sarjan piirit ovat rekisteritasolla yhteensopivia 8250-sarjan kanssa. Yhteensopivuus tarkoittaa että tietoliikennepiirien rekistereiden keskinäinen sijainti ja toiminnat ovat samanlaisia. Ohjelmien kannalta katsottuna 16550 käyttäytyy aivan samoin kuin 8250. 16550-sarjan piireissä on kuitenkin uusia ominaisuuksia, jotka tarvittaessa voidaan ottaa käyttöön.

Piirillä on kaksi toimitilaa.

- Oletuksena on täysin 8250/16450 yhteensopiva muoto, jolloin puskurimuisti ei ole käytössä.

- Mikäli tietoliikenneohjelma osaa tunnistaa 16550-sarjan piirin, ja käyttää hyväksi sen ominaisuuksia, se voi ottaa puskurimuistin käyttöön. Vanhat tietoliikenneohjelmat eivät tätä osaa ja silloin puskurimuistista ei ole mitään hyötyä.

Kun puskurimuisti on käytössä, sarjaliikennepiirin ei tarvitse lähettää keskeytyspyyntöä aina kun uusi merkki on vastaanotettu, vaan merkki voi jäädä talteen puskurimuistiin. Kun puskurimuisti alkaa täyttyä, piiri lähettää keskeytyspyynnön. Keskeytyksen palvelurutiini voi nyt lukea kerralla koko puskurimuistin sisällön. Tällä tavoin toteutettu sarjaliitäntä voi lyhentää keskeytyspalveluihin kuluvaa aikaa 90 %.

16550-sarjan piirit voivat myös lähettää merkkejä nopeammassa tahdissa kuin 8250-sarjan piirit. Maksiminopeus kasvaa noin nelinkertaiseksi, mutta sillä ei käytännössä ole kovin suurta merkitystä.

Mikäli liikennöintinopeus on suuri, 16550-sarjan piirienkin kanssa kannattaa käyttää laitteistokättelyä (RTS/CTS), sillä XON/XOFF kättelyssä laite voi lähettää vielä 16 merkkiä kun XOFF on vastaanotettu. Nuo merkit

saattavat jäädä lukematta.

Kun modeemi purkaa suurella nopeudella tulevaa pakattua tietoa ja lähettää sen purettuna sarjaliikennepiirille, saattaa käydä niin, että PC:ssä toimiva ohjelma ei ehti vastaanottamaan tietoa sarjaliikennepiiriltä riittävän nopeasti. Modeemien välinen tiedonsiirto on kehittynyt huomattavasti nopeammin kuin tiedonsiirto sarjaliitännästä PC:ssä toimivan ohjelman käyttöön.

16650-sarja

16650-piirissä on 32 tavun FIFO-puskuri ja sen suurin tiedonsiirtonopeus on 230 kbps. Tämä on uusi piirisarja, jonka takia ohjelmistotuki on vielä puutteellista.

16750-sarja

16750-piirissä on 64 tavun FIFO-puskuri ja sen suurin tiedonsiirtonopeus on 460 kbps. Tämä on uusi piirisarja, jonka takia ohjelmistotuki on vielä puutteellista.

Kättely

Kättelyn avulla esimerkiksi modeemit tervehtivät toisiaan ja sopivat käytettävistä parametreista. Näitä ovat muun muassa nopeus ja virheenkorjausmenetelmä.

Vuonohjaus

Vuonohjauksen avulla tietoa siirtävät laitteet voivat kommunikoida keskenään tiedon siirron varmistamiseksi. Vuonohjaus voi tapahtua joko ohjelmallisesti tai laitteistotasolla.

Jos kytketään yhteen nopea ja hidas laite, esimerkiksi PC ja hidas kirjoitin, ilman kättelyä kirjoitin ei ehdi tulostamaan kaikkia PC:n lähettämiä

merkkejä. Olkoon tiedonsiirron parametrit 1200 bit/s, ei pariteetintarkistusta, 8 databittiä ja yksi lopetusbitti, eli yhden merkin lähettämiseen tarvitaan aloitusbitti+8+1 bittiä. Yhdessä sekunnissa tietoa pystyisi siirtymään 1200/10 = 120 merkkiä. Jos kirjoitin pystyy tulostamaan paperille 80 merkkiä sekunnissa (80 cps), jo ensimmäisen sekunnin aikana 40 merkkiä jäisi tulostumatta. Kirjoittimessa oleva puskurimuisti ei auttaisi tilannetta kovinkaan kauan, sillä sen täytyttyä merkkejä alkaisi kadota. Kirjoitin toimisi oikein ainoastaan silloin, kun tulostettava teksti mahtuisi kokonaisuudessaan kirjoittimen puskurimuistiin.

Vuonohjauksen avulla kirjoitin voi ilmoittaa PC:lle, että nyt riittää merkkien tulo vähäksi aikaa. PC keskeyttää merkkien lähetyksen, kunnes kirjoitin ilmoittaa vuonohjauksen avulla, että se ehtii niitä taas vastaanottamaan. Teoreettinen tiedonsiirtonopeus on tässä tapauksessa 1200 bittiä sekunnissa ja todellinen 800 bit/s.

Mikäli kirjoitin pystyisi kirjoittamaan 160 merkkiä sekunnissa, ehtisi se tulostamaan merkit paperille siinä tahdissa kuin PC ne lähettää, jolloin myös todellinen tiedonsiirtonopeus olisi 1200 bittiä/s.

Tilanne on samanlainen käytettäessä PC:n ja modeemin välillä suurta päätelaitenopeutta. Ilman kättelyä hitaampi laite ei ehdi vastaanottamaan kaikkia merkkejä. Jos kahden laitteen tietoliikenneparametrit poikkeavat toisistaan, esimerkiksi toinen odottaa 8 databittiä ja toinen lähettää niitä 7, ei liikennöinti onnistu.

Ohjelmistovuonohjaus

XON/XOFF

Ohjelmistovuonohjaus tapahtuu datalinjoja myöten. Laite lähettää tarpeen vaatiessa toiselle laitteelle XOFF-merkin, joka on ASCII-koodin merkki numero 19 *(Device Control 3, DC3)*. Vastaanotettuaan merkin toinen laite lopettaa lähettämisen kunnes se vastaanottaa lähettää XON-merkin, ASCII-merkki numero 17 *(Device Control 1, DC1)*.

XON/XOFF-vuonohjausta voidaan käyttää mikäli tietoliikenneohjelmat linjan molemmissa päissä sitä tukevat.

Windowsin Terminal ohjelmasta löytyy Settings/ Communications-ikkunasta Flow Control -ruudusta

mahdollisuus valita joko Xon/Xoff, Hardware tai None (ei minkäänlaista vuonohajusta). Oletuksena on XON/XOFF.

ETX/ACK Tässä vuonohjauksessa tietoa lähettävä laite lähettää ensin tietyn määrän merkkejä, esimerkiksi 80, joiden perään lähetetään ASCII-koodin merkki numero 3 *(End of Text, ETX)* ja lopetetaan lähetys. Kun vastaanottava laite saa merkit käsiteltyä, se lähettää asiasta kuittauksen ASCII-merkillä numero 6 *(Acknowledge, ACK)*. Kuittauksen saatuaan lähettävä laite jatkaa lähetystään ja toiminta toistuu.

Laitteistovuonohjaus

Laitteistovuonohjaukseen käytetään linjoja, jotka johtavat lähtevän ja tulevan tiedon laitteesta toiseen.

DTR/DSR Data Terminal Ready/Data Set ready
Pääte toimintavalmis/Modeemi toimintavalmis

Yksi vuonohjauslinjoista on pääte toimintavalmis (Data Terminal Ready, DTR). Kun PC:n sarjaliitäntään kytketään modeemi, yksi kaapelin johtimista yhdistää PC:n DTR navan modeemin DTR napaan. Päätelaitteessa tämä napa on lähtö, modeemissa se on tulo. Vastaavasti kytketään myös modeemi toimintavalmis *(Data Set ready, DSR)*-linja. DSR on PC:ssä tulo ja modeemissa lähtö.

Mikäli kaksi päätettä (tai modeemia) kytketään yhteen DTR- ja DSR-linjat täytyy kytkeä ristiin. Esimerkiksi PC-PC-kytkennässä PC1:n DTR kytketään PC2:n DSR-napaan ja vastaavasti PC1:n DSR PC2:n DTR-napaan.

Pääte vaatii toimiakseen että DSR-linja on aktiivinen. Mikäli DSR-linja jätetään kytkemättä, päätee luulee että modeemi ei ole toimintavalmis, eikä suostu itsekään toimimaan. Pääte saadaan toimimaan kyt-

kemällä DSR-linja modeemin DSR-linjaan, toisen päätelaitteen DTR-linjaan tai aktivoimalla se muulla tavoin. Helpoin muu tapa on kytkeä päätelaitteen liittimessä DSR-napa samassa liittimessä olevaan DTR-napaan. Kun pääte on valmis tiedonsiirtoon, se aktivoi DTR-lähdön, joka samalla aktivoi DSR-tulon ja pääte on tyytyväinen. DSR on RS-liittimen liittimen napa numero 6 ja DTR on napa 20.

Tavallisesti DTR- ja DSR-linjat aktivoituvat kun laitteisiin kytketään virta. Pääte tutkii DSR-linjan avulla onko modeemi päällä ja päättelee siitä kannattaako tietoa ylipäätänsä yrittääkään lähettää. Modeemi tutkailee vastaavasti DTR-linjaa.

RTS/CTS

Request To Send/Clear To Send
Lähetyspyyntö/Valmis lähetykseen

Mikäli pääte haluaa lähettää merkkejä modeemille, se ilmoittaa asiasta aktivoimalla lähetyspyyntö *(Request To Send, RTS)*-linjan. Kun modeemi tämän huomaa, se aktivoi valmis lähetykseen *(Clear To Send, CTS)*-linjan, joka aloittaa merkkien lähetyksen päätteeltä.

Modeemi voi ilmoittaa halustaan lähettää merkkejä päätteelle aktivoimalla kantoaalto vastaanotettu *(Data Carrier Detect, DCD)*-linjan, jonka jälkeen pääte aktivoi lähetyspyyntö (RTS)-linjan ja tiedonsiirto alkaa.

Mikäli päätteen CTS-linja jätetään kytkemättä, pääte ei lähetä mitään. CTS-linja on kytkettävä modeemin CTS-linjaan tai toisen päätteen RTS-linjaan. Mikäli kättelyä ei haluta käyttää, voidaan CTS-linja kytkeä saman päätteen RTS-linjaan, jolloin pääte saa ohjauksen itseltään. Kun pääte lähettää lähetyspyynnön se saa välittömästi valmis lähetykseen signaalin itseltään ja aloittaa lähetyksen. RTS on RS-liittimen napa numero 4, CTS on napa 5.

Kytkemällä päätteen RS-liittimen DTR- ja DSR-navat yhteen samoin kuin RTS-, CTS- ja DCD-navat saadaan kytkentä, jolla pääte vastaanottaa ja lähettää

ilman minkäänlaista varsinaista laitteistokättelyä.

Ongelmien välttäminen

Jotta liikennöinti sarjaliitännän kautta onnistuisi, pitää ainakin seuraavat asiat olla kunnossa linjan molemmissa päissä:

- Liikennöintiin käytettävän ohjelman pitää osata käyttää tarkoitukseen valittua sarjaliitäntää. Monet ohjelmat tukevat vain COM1- ja COM2-portteja. Mikäli ohjelma tukee useita sarjaliitäntöjä, pitää käyttöön valitun portin osoite ja IRQ-linjan numero olla oikein. Mikäli ohjelma ei tutki keskeytyspyynnön lähettäneen sarjaliitännän osoitetta, ei samaa IRQ-linjaa saa käyttää kuin yksi sarjaliikennepiiri.

- Liikennöintinopeus, databittien määrä, pariteetin tarkistus ja lopetusbittien määrä pitää olla oikein. Mikäli kaksi laitetta lähettävät ja vastaanottavat dataa keskenään, mutta kuvaruudulle (tai tiedostoon) tulostuu kaikenlaista soopaa, todennäköisesti laitteiden liikennöintiparametrit eivät ole samat.

- Laite voi olla toiminnaltaan joko päätelaite (DTE) kuten PC tai piiripääte (DCE) kuten modeemi. Johdotus määräytyy laitteiden toiminnan mukaan, DTE kytketään DCE:hen eri tavalla kuin toiseen DTE:hen. Yleensä DTE-DCE-kytkennässä johdot kytketään suoraan navasta napaa. DTE-DTE-kytkennässä täytyy osa johdoista kytkeä ristiin. Yleensä PC:n päässä ei ole suurempia ongelmia koska linjojen käyttötarkoitus ja toimintatapa on ainakin jotenkin määritelty. Koska RS 232 C -standardissa ei kaikkia asioita ole tarkasti määritelty, oheislaitteiden valmistajat ovat joutuneet soveltamaan asioita, yleensä kukin omalla tavallaan. Jos laitteen dokumentointi on hyvä, siellä ilmoitetaan tarkasti mitä lähetetään ja milloin ja mitä linjaa myöten, mahdollisuudet saada laite kytketyksi PC:hen paranevat oleellisesti. Jos dokumentointia ei ole, edessä on paljon testailua ennen kuin tiedonsiirto toimii.

- Kättely/kättelyt pitää olla kunnossa. Jos käytetään XON/XOFF-kättelyä, se pitää olla käytössä molemmissa päissä. DTR/DSR- ja CTS/RST- sekä mahdollisesti DCD-linja pitää saada aktiiviseksi.

- Ohjelmien on lähetettävä tieto sellaisessa muodossa, että vastaanottava osapuoli pystyy sitä hyödyntämään. Jos lähetetään 8-bittistä binääritietoa käyttäen 7 databittiä, osa tiedosta katoaa matkalla.

Pariteetin tarkistus

Sarjamuotoisessa tiedonsiirrossa voi pariteetin tarkistuksessa olla seuraavat vaihtoehdot:

- None — Pariteetin tarkistus ei käytössä, pariteettibittiä ei lähetetä (oletus PC:ssä)
- Even — Parillinen pariteetti
- Odd — Pariton pariteetti
- Mark — Pariteettibitti lähetetään, mutta se on aina "1"
- Space — Pariteettibitti lähetetään, mutta se on aina "0"

Mikäli pariteetin tarkistusta käytetään, pitää tiedonsiirtolinjan molemmissa päissä olla käytössä sama tarkistusmenetelmä. Muutoin tuloksena on virheilmoitus heti ensimmäisestä siirretystä tavusta, vaikka todellisuudessa jokainen bitti kulkee linjan läpi virheettä.

Rinnakkaisliitäntä

Rinnakkaisliitäntä löytyy jokaisesta PC-mikrosta. Yleensä niitä on vain yksi, mutta toisenkin liitännän voi tarvittaessa asentaa. Rinnakkaisliitäntää käytetään pääasiassa kirjoittimen kytkemiseen. Liitäntää käytetään myös kuvanlukijoiden, kiintolevyjen ja CD-ROM-asemien kytkemiseen hiukan erikoisemmissa tilanteissa. Näille laitteille rinnakkaisliitäntä on hyvin hidas.

Rinnakkaismuotoisessa tiedonsiirrossa siirretään useita bittejä samanaikaisesti useita linjoja myöten. Sarjamuotoisessa tiedonsiirrossa siirtyy vain yksi bitti kerrallaan yhtä linjaa myöten. Rinnakkaismuotoinen tiedonsiirto on siis huomattavasti tehokkaampi, joten tieto siirtyy selvästi nopeammin kuin sarjamuodossa.

PC:n rinnakkaisliitännän kautta tietoa siirtyy 4 tai 8 bittiä kerrallaan. Tiedon siirtoa ohjaa kirjoitin. Kun se on vastaanottanut merkin PC:ltä, se ilmoittaa asiasta käyttäen siihen tarkoitukseen varattua linjaa kirjoittimelta PC:lle.

Rinnakkaisliitännän ja kirjoittimen yhteydessä puhutaan usein Centronics-liitynnästä tai -kirjoittimesta. Centronics-sana tulee siitä, että kirjoittimen päässä oleva liitin on nimeltään Centronics. Se muistuttaa SCSI-liitäntää, mutta on kapeampi. Centronics-kaapelin toisessa päässä on 25 napainen koiraspuolinen D-liitin ja kirjoittimen päässä Centronics-liitin. Se on tyypiltään Amphenol 57-30360, joka poikkeaa selvästi D-liitimistä.

Centronics-liitäntä on tarkemmin määritelty kuin RS232C-liitäntä. Standardi Centronics-kaapeli käy kaikkiin Centronics-liitynnällä varustettuihin kirjoittimiin.

Kaksisuuntaisuuden ja nopeuden parantamisen takia on rinnakkaisliitännästä kehitetty kaksi tehokkaampaa ratkaisua.

- Normaali *(Parallel Port, Undirectional)*
- Kaksisuuntainen *(Bidirectional)*
- EPP *(Enhanced Parallel Port)*
- ECP *(Extended Capability Port)*

Kaikki nämä käyttävät samanlaista kaapelia ja liittimiä. Huomaa, että nopeampaa liitäntää voidaan käyttää vain, jos sekä tietokone että tulostin tukevat sitä. Jos vain toinen käyttää nopeampaa liitäntää, on käytössä automaattisesti tavallinen rinnakkaisliitäntämenetelmä.

Rinnakkaisportin määrittely tehdään useimmiten mikron SetUp-ohjelmassa. Sieltä näkyvät myös ne vaihtoehdot, joita emolevy tukee. Oletuksena on Normaali-asetus, joka kannattaakin vaihtaa tehokkaampaan standardiin, jos kirjoitin vain sitä tukee.

Normaali rinnakkaisliitäntä on se tavallinen AT-rinnakkaisliitäntä, joka on ollut ensimmäisestä IBM PC -mikrosta lähtien. Tieto siirtyy 4-bittisenä ja tyypillinen tiedonsiirtonopeus on 40 - 60 kt/s. Joissakin tapauksissa tiedonsiirtonopeus voi olla lähes 150 kt/s.

Kaksisuuntainen rinnakkaisliitännässä käytetään 8-bittistä tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtonopeus on noin 80 - 300 kt/s. Lisäksi kirjoitin voi lähettää tietoja myös tietokoneelle päin. Jos erikseen ei määritellä tätä porttia kaksisuuntaiseksi, käyttäytyy se kuin se olisi normaali rinnakkaisliitäntä.

EPP:n on kehittänyt Intel, Xircom ja Zenith ja se on julkaistu lokakuussa 1991. EPP on tehokkaampi kuin tavallinen rinnakkaisliitäntä, mutta täysin yhteensopiva sen kanssa. Tiedonsiirtonopeus on 500 kt - 2 Mt sekunnissa.

ECP on julkaistu vuonna 1992 ja sen on kehittäneet Hewlett Packard ja Microsoft. Se tarjoaa nopean kaksisuuntaisen tiedonsiirron kirjoittimen ja tietokoneen välille. Nopeus on EPP:n kanssa sama, mutta suurimpana erona on kanavien osoitusmahdollisuus. Samaan rinnakkaisliitäntään voidaan kytkeä useampia oheislaitteita, kuten esimerkiksi kirjoitin ja modeemi. Laiteohjain pystyy jakamaan ajan molempien kesken toisen laitteen häiriintymättä. Lisäksi ECP käyttää DMA-kanavia, kun EPP ei niitä käytä.

Joissakin tietokoneissa käytetään myös Fast Centronics ja Parallel Port FIFO Mode -rinnakkaisliitäntöjä. Niitä kumpaakaan ei ole standardoitu ja ne käyttävät samaa tekniikkaa. Liitännät käyttävät FIFO-puskuria, jolloin päästään noin 500 kt/s tiedonsiirtonopeuteen.

Osoitteet ja keskeytykset

Tavallisesti LPT1 käyttää IRQ 7 -linjaa ja LPT2 IRQ 5 -linjaa. Osoitteet ovat vastaavasti 378 ja 278.

	LPT1	LPT2
Keskeytys	7	5
Osoite	378	278

Osoitteiden alkukohdat voidaan jakaa kolmeen tarkempaan osaan:

	LPT1	LPT2
Tietorekisteri	378	278
Ohjausrekisteri	37A	27A
Tilarekisteri	379	279

Huomaa, että LPT2:n keskeytys 5 on tavallisesti äänikortin käytössä. Varsinkin Sound Blaster sekä sen emulointi vaatii keskeytyksen 5 itselleen. Toki äänikortin keskeytyksen vaihtaminen on mahdollista, mutta varsinkin vanhemmat pelit vaativat äänikortille juuri tuon numero viiden.

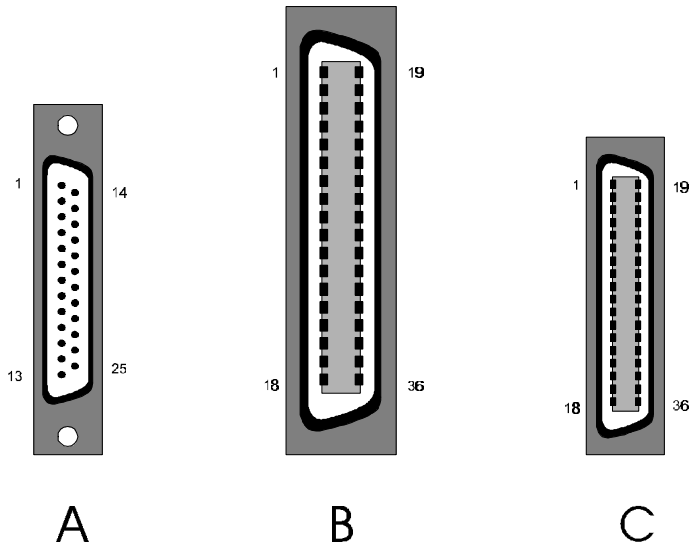
Liittimet

PC:n rinnakkaisliitännän liittimiä on kolme erilaista.

- A-tyyppi (25-pinninen D25)
- B-tyyppi (36-pinninen Centronics)
- C-tyyppi (36-pinninen Mini Centronics)

Mikrossa oleva liitin on A-tyyppinen naarasliitin. Kirjoittimessa on yleensä B-tyyppinen Centronics-naarasliitin. Pienempi C-liitin on yleistymässä

kirjoittimissa ja muissa rinnakkaisliitännällä varustetuissa laitteissa.



Kuva: PC:n ja kirjoittimen rinnakkaisliitäntöjen liittimet. Kaikki ovat naarasliittimiä.

25-pinninen rinnakkaisliitäntä	
Pinni	**Toiminta**
1	Strobe
2	Data 0
3	Data 1
4	Data 2
5	Data 3
6	Data 4
7	Data 5
8	Data 6
9	Data 7
10	Acknowledge

11	Busy
12	Paper End (Out of paper)
13	Select
14	Auto Feed
15	Error
16	Initialize Printer
17	Select Input
18	Ground
19	Ground
20	Ground
21	Ground
22	Ground
23	Ground
24	Ground
25	Ground

Rinnakkaisliitännän rekisterit

Seuraavassa taulukossa on listattu rinnakkaisliitännän rekisterien käyttötarkoitukset. Oletuksena on LPT1, jonka ensimmäinen rekisteri löytyy tavallisesti muistipaikasta 378h. (Suluissa LPT2:n vastaavan rekisterin osoite).

Luku/kirjoitus ilmoittaa rekisterin toiminnan luettaessa ja/tai kirjoitettaessa tavu rekisteriin.

Osoite **Luku/kirjoitus Selitys**

378 kirjoitus **Lähetettävän merkin rekisteri**
(278) Tähän kirjoitetaan ASCII merkki joka halutaan lähettää. Heti kun merkki on tässä rekisterissä se ilmaantuu portin datalinjoille

	luku	**Vastaanotettavan merkin rekisteri** Mikäli portti vastaanottaa dataa, se voidaan lukea tästä, muuten tästä löytyy viimeksi lähetetty merkki

379	luku	**Kirjoittimen tilarekisteri**
(279)	bitti	selitys
	0-2	aina nollia
	3	ERROR (napa 15), 0 = kirjoitin ilmoittaa virheestä
	4	SELECT (napa 13), 1 = kirjoitin valittu, ON LINE
	5	PAPER END (napa 12), 1 = paperi lopussa
	6	ACKNOWLEDGE (napa 10), 0 = kirjoitin on valmis vastaanottamaan uuden merkin
	7	BUSY (napa 11), 0 = varattu, OFF LINE tai muu virhe

37A	luku/	**Kirjoittimen ohjausrekisteri**
(27A)	kirjoitus	
	bitti	selitys
	0	STROBE (napa 1), 1 = merkki lähetetään
	1	AUTO LINE FEED (napa 14), 1 = LF CR:n jälkeen automaattisesti. Mikäli tämä on 1 ja mikäli myös ohjelma lähettää CR:n jälkeen LF:n, kirjoitin kirjoittaa joka toiselle riville
	2	-INIT (napa 16), 0 = kirjoittimen ohjaimen resetointi ja puskurimuistin tyhjennys
	3	SELECT (napa 17), 1 = kirjoitin on valittu
	4	Salli keskeytys, 1 = kun ACKNOWLEDGE linja vaihtaa tilaansa 1:stä 0:ksi aiheutuu keskeytyspyyntö IRQ 7 (LPT2-portilta tulee IRQ 5)
	5-7	aina nollia

Merkkien lähetys kirjoittimelle

Alla olevassa kuvassa esitetään kuinka merkki siirtyy PC:n rinnakkaisliitännästä kirjoittimelle.

- PC asettaa portin datalinjoille lähetettävän merkin. Esimerkkinä 01010010, joka on ASCII-koodin merkki numero 82, R-kirjain.

- PC ilmoittaa kirjoittimelle, että merkki on datalinjoilta luettavissa asettamalla STROBE-linjan hetkeksi "0"-tilaan.

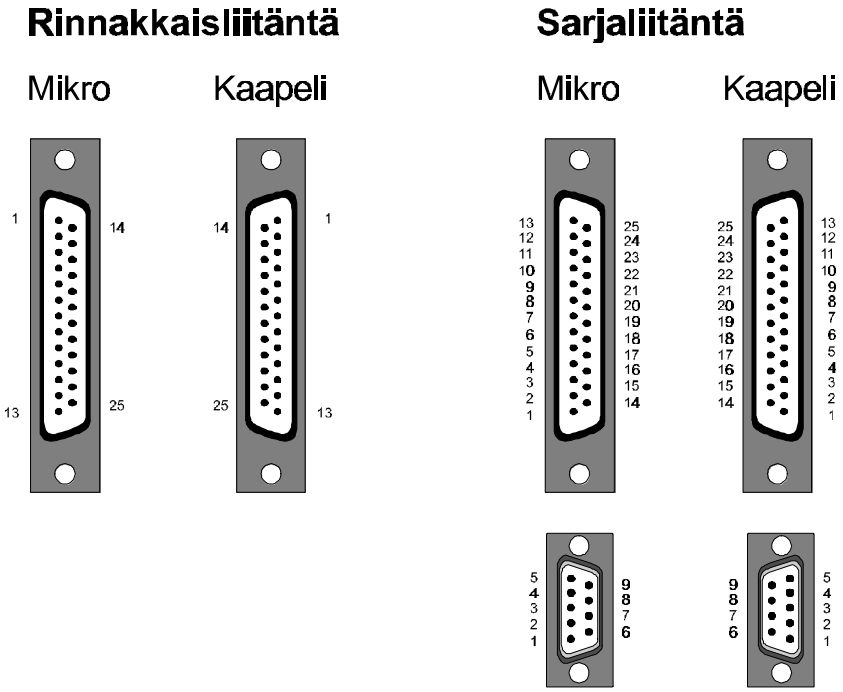
- Kun kirjoitin huomaa, että STROBE on "0", se lukee datalinjoilta merkin ja mikäli se on valmis vastaanottamaan lisää merkkejä, se ilmoittaa asiasta PC:lle käyttämällä ACKNOWLEDGE-linjaa hetkeksi "0"-tilassa.

Jos merkkejä lähetetään tällä tavoin, lähettävän ohjelman täytyy tutkia ACKNOWLEDGE-linjan tilaa jatkuvasti, jotta se tietää milloin seuraavan merkin saa lähettää. Ohjelman kannalta tehokkaampi tapa on sellainen, jossa ACKNOWLEDGE-linjan aktivoituminen (muutos "1":stä "0":aan) aiheuttaa keskeytyspyynnön. Kun ohjelmalla on joutilasta aikaa, se palvelee kirjoitinta lähettämällä sille merkin ja jatkaa sen jälkeen taas omia hommiaan. Ohjelman ei tällöin tarvitse kuluttaa turhaan aikaa käyttämällä ACKNOWLEDGE-linjan tilaa.

Rinnakkais- ja sarjakaapelointeja

Rinnakkais- ja sarjaliitännöissä käytetään erilaisia kaapeleita kytkettävistä laitteista riippuen. Sarjaliitännässä käytetään lisäksi kahta pinnimäärältään erilaista liitintyyppiä. Esittelemme tässä luvussa yleisimmät vaihtoehdot sekä niiden pinnien kytkentäohjeet.

Huomaa, että kaapeleissa olevien liittimien pinnijärjestys on peilikuva mikrossa olevista liittimistä.



Kuva: Rinnakkais- ja sarjaliittimien pinnijärjestykset mikrossa ja kaapelissa.

Sarjakaapeli

Sarjakaapelien liittimien pinnit yhdistetään toisiinsa hieman erilailla riippuen käytettävästä laitteesta ja käsittelymenetelmästä.

PC:n ja modeemin kytkentä

Kaapelin molemmissa päissä olevien liittimien seuraavassa listassa mainittavat pinnit yhdistetään toisiinsa johtojen avulla. Kytkettävät liittimet ovat uros- ja naaraspuoliset 25-pinniset D-liittimet.

25-pinnisten liitinten kytkentä

2 TxD
3 RxD
4 RTS
5 CTS
6 DSR
7 GND
8 DCD
20 DTR
22 RI

Kaikkia liittimien pinnejä ei siis tarvitse yhdistää keskenään.

PC-PC-kytkentä laitteistovuonohjauksella

Kytkettävät liittimet ovat kaksi koiraspuolista 25-pinnistä D-liitintä. Kytke liittimen yksi pinnit kaapelin toisessa päässä olevaan liittimeen kaksi yhdistämällä pinnit seuraavasti.

25-pinnisten liitinten kytkentä

Liitin 1	Liitin 2
2 TxD	3
3 RxD	2
4 RTS	5
5 CTS	4
6 DSR	8 ja 20
7 GND	7
8 DCD	6 ja 20
20 DTR	6 ja 8

Huomaa, että osa johdoista kytketään kahteen eri pinniin kahdella johdolla vastakkaisessa liittimessä. Johdot menevät kuitenkin ristiin, joten kaapelia voi käyttää kummin päin tahansa.

PC-PC-kytkentä ilman laitteistovuonohjausta

Kytkettävät liittimet ovat kaksi koiraspuolista 25-pinnistä D-liitintä. Kytke liittimen yksi pinnit kaapelin toisessa päässä olevaan liittimeen kaksi yhdistämällä pinnit seuraavasti.

25-pinnisten liitinten kytkentä

Liitin 1	Liitin 2
2 Txd	3
3 Rxd	2
7 GND	7

Lisäksi johdot on kytkettävä molemmissa liittimissä seuraavassa listassa esitettävien pinnien välille. Huomaa, että nämä johdot lähtevät ja palautuvat samaan liittimeen. Johto EI siis mene kaapelia pitkin toiseen liittimeen.

Liitin	Liitin
4 RTS	5
5 CTS	4
6 DSR	8 ja 20
8 DCD	6 ja 20
20 DTR	8 ja 6

Suorakaapeliyhteys

Kun suorakaapeliyhteys toteutetaan sarjaliitännän kautta, on kaapelin oltava niin sanottu nollamodeemikaapeli, jossa mieluiten käytetään laitteistovuonohjausta. Seuraavana esitetään kolme erilaista nollamodeemikaapelikytkentää käyttäen 9- ja 25-napaisten liittimien eri yhdistelmiä.

Yksinkertainen nollamodeemikytkentä

25-napainen/25-napainen kytkentä

7-7	GND - GND
2-3	TxD - RxD
3-2	RxD - TxD

9-napainen/9-napainen kytkentä

5-5	GND - GND
3-2	TxD - RxD
2-3	RxD - TxD

9-napainen/25-napainen kytkentä

5-7	GND - GND
3-3	TxD - RxD
2-2	RxD - TxD

Nollamodeemikytkentä laitteistovuonohjauksella (vaihtoehto 1)

25-napainen/ 25-napainen	9-napainen/ 9-napainen	9-napainen/ 25-napainen	Kytkentä
2 - 3	3 - 2	3 - 3	TxD - RxD
3 - 2	2 - 3	2 - 2	RxD - TxD
4 - 5	7 - 8	7 - 5	RTS - CTS
5 - 4	8 - 7	8 - 4	CTS - RTS
6 - 20	6 - 4	6 - 20	DSR - DTR
7 - 7	5 - 5	5 - 7	GND-GND
20 - 6	4 - 6	4 - 6	DTR - DSR

Nollamodeemikytkentä laitteistovuonohjauksella (vaihtoehto 2)

25-napainen/ 25-napainen	9-napainen/ 9-napainen	9-napainen/ 25-napainen	Kytkentä
2 - 3	3 - 2	3 - 3	TxD - RxD
3 - 2	2 - 3	2 - 2	RxD - TxD
4 - 5	7 - 8	7 - 5	RTS - CTS
5 - 4	8 - 7	8 - 4	CTS - RTS
6 - 8	6 - 1	6 - 8	DSR - DCD
6 - 20	6 - 4	6 - 20	DSR - DTR
7 - 7	5 - 5	5 - 7	GND-GND
20 - 6	4 - 6	4 - 6	DTR - DSR
20 - 8	4 - 1	4 - 8	DTR-DCD

9/25-pinninen sarjaliitäntävälikappale

Tämän välikappaleen avulla muutetaan 9-pinninen liitin 25-pinniseksi. Seuraavana on kytkentäohje.

9-pinninen	25-pinninen	Signaali
1	8	CD
2	3	RD
3	2	TD
4	20	DTR
5	7	SG
6	6	DSR
7	4	RTS
8	5	CTS
9	22	RI

Liitinten väliin voidaan kytkeä myös kaapeli, jolloin saadaan pitkä 9/25-sarjakaapeli.

Rinnakkaiskaapeli

Rinnakkaiskaapelissa kytketään kaikki pinnit vastakkaisen liittimen pinneihin. On syytä käyttää hyvin suojattua kaapelia mahdollisten häiriöiden estämiseksi.

Suorakaapeli

Rinnakkaisliitäntä suorakaapelilla on nopea, mutta kaapelin suurin pituus on noin 2 metriä. ECP/EPP-rinnakkaisliitäntöjä käytettäessä voidaan saavuttaa suurempiakin etäisyyksiä hyvin eristettyjä kaapeleita käytettäessä.

Koska osaa rinnakkaisliitännän signaalilinjoista voidaan ohjelmallisesti käyttää eri tavoin, ei tässä voida esittää yleispätevää kytkentää. Seuraavana on esitetty eräs rinnakkaisliitäntää käyttävä 4-bittinen suorakaapelikytkentä, joka soveltuu Interlink- (DOS 6.x) ja Windows 95 -yhteyteen tavallista rinnakkaisliitäntää käytettäessä.

Suorakaapeliyhteys rinnakkaisliitännän kautta

25-napainen/25-napainen kytkentä

2 - 15
3 - 13
4 - 12
5 - 10
6 - 11
15 - 2
13 - 3
12 - 4
10 - 5
11 - 6
25 - 25

Rinnakkais- ja sarjaporttijakajat

Joskus saattaa tulla kirjoittimen jakaminen esimerkiksi kahdelle mikrolle tai kahden kirjoittimen kytkeminen yhdelle mikrolle. Helpoiten ja halvimmin tämä onnistuu käyttämällä jakajaa. Jakajia löytyy niin rinnakkais- kuin sarjaporteillekin.

Seuraavana esittelemme rinnakkaisportin jaon kaksi yleisintä vaihtoehtoa, jotka toteutetaan niinsanotulla ABC-jakorasialla.

Kaksi kirjoitinta ja yksi mikro.

Jakorasian C-liittimestä kytketään rinnakkaiskaapeli mikron LPT1-porttiin. Yleensä kaapelin molemmissa päissä on 25-piikkinen D-liitäntä.

Jakorasian A- ja B-liittimistä kytketään molempiin kirjoittimiin omat Centronics-kaapelit.

Kirjoitinta vaihdetaan tarpeen mukaan A/B-kytkimestä, joka sijaitsee jakorasiassa.

Samanlaista jakorasiaa voidaan käyttää myös kahdelle mikrolle ja niiden yhteiselle kirjoittimelle.

Yksi kirjoitin ja kaksi mikroa.

Molemmista mikroista kytketään omat 25D-rinnakkaiskaapelit A- ja B-liittimiin.

Kirjoitin kytketään C-liittimeen tavallisella Centronics-kaapelilla.

USB

USB *(Universal Serial Bus)* on uusi väyläratkaisu, joka tulee korvaamaan mikron niin sanotut hitaammat liitännät. Tosin esimerkiksi sarja- ja rinnakkaisliitäntä tulevat olemaan yhteensopivuussyistä vielä jonkin aikaa mukana. Ensimmäiset USB-liitäntäiset mikrot ovat ilmestyneet kesällä 1996.

Merkittävimpinä etuina tulee olemaan yhden liitinstandardin käyttäminen, tiedonsiirtonopeuden kasvaminen sekä resurssiasetuksien (IRQ, DMA, ...) jättäminen mikrolle. Uuden laitteen asennus käy siis varsin helposti.

Uusi USB-laite voidaan kytkeä, vaikka mikrossa on virta päällä. BIOS ja käyttöjärjestelmä havaitsevat uuden laitteen ja ottavat sen käyttöön. Mikron uudelleenkäynnistämistä ei siis enää tarvita.

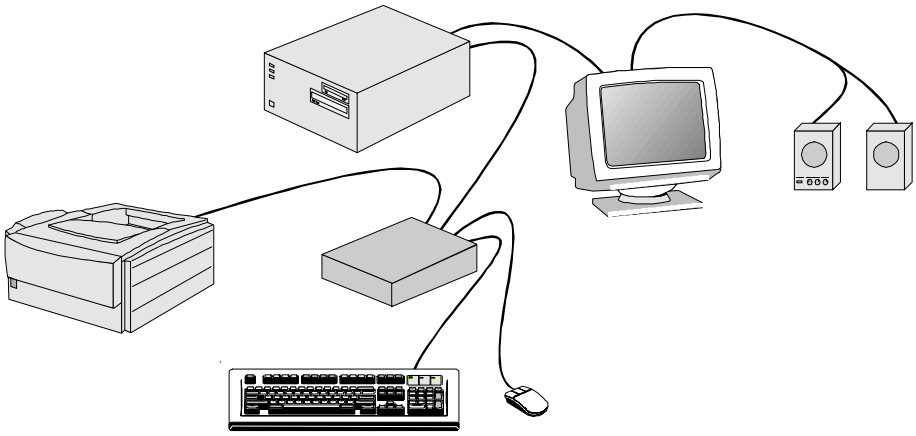
Lisäksi mikron takaa vähenevät useat erilaiset liittimet: sarja-, rinnakkais-, näppäimistö-, hiiri- ja äänikortin liittimet. Kaikki nämä oheislaitteet voidaan ketjuttaa samanlaisilla liittimillä. Mikrossa on tyypillisesti kaksi tai kolme USB-liitäntää.

USB-laitteita voivat olla:

- Näppäimistö
- Hiiri
- Näyttö
- Joystick
- Modeemi
- Kuvanlukija

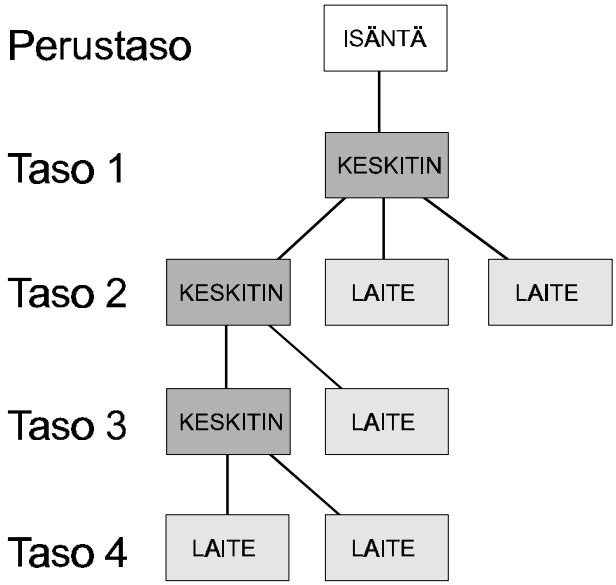
Keskittimien avulla saadaan lisää liittimiä haluttuihin ketjun kohtiin. Keskittimessä voi olla esimerkiksi kolmesta seitsemään lisäliitintä.

USB-laitteessa voi olla sisäinen keskitin, jolloin laitteeseen voidaan kytkeä toisia laitteita. Esimerkiksi näytössä olevaan liittimeen on helppo kytkeä vaikkapa kaiuttimet ja mikrofoni sekä näppäimistöön hiiri.



Kuva: Mikro, johon on kytketty yksi USB-keskitin ja USB-laitteita.

USB-laitteita voi olla maksimissaan 127 kappaletta, mutta ne voivat olla korkeintaan neljässä tasossa. Yhdestä keskittimestä voi haarautua useita laitteita ja siihen voidaan kytkeä myös toinen keskitin perään. Haarautumisia voi olla runsaasti, mutta peräkkäisiä laitteita vain neljä maksimissaan.



Kuva: USB-laitteet mahdollistavat suurimmillaan neljä eri alatasoa.

USB-kaapelin pituus voi olla suurimmillaan 5 metriä.

Nopeus

USB sisältää kaksi eri nopeustilaa: 12 ja 1,5 megabittiä sekunnissa. Megatavuina arvot ovat 1,5 ja 0,1875.

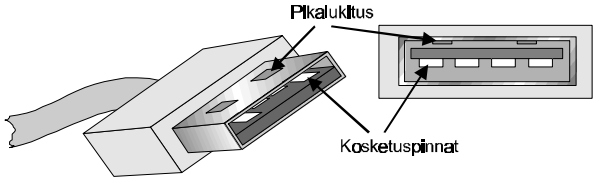
Hitaampaa siirtotilaa käytetään esimerkiksi hiiren ja näppäimistön kytkemiseen, koska ne eivät siirrä suuria tietomääriä.

Nopeampaa siirtotilaa käytetään nopeutta vaativille oheislaitteille, kuten esimerkiksi modeemille ja kirjoittimelle.

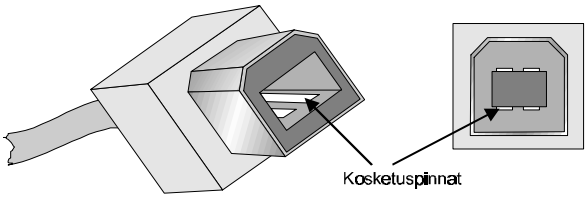
Molemmat nopeustilat toimivat yhtä aikaa eri laitteille.

Liitin

USB-liittimiä on kaksi erilaista: A- ja B-liitin. Litteämpi A-liitin on tarkoitettu harvoin irroitettaviin laitteisiin, kuten esimerkiksi näppäimistön ja hiiren liittämiseen. Neliönmallinen B-liitin on tarkoitettu useammin irroitettaviin ja kiinnitettäviin laitteisiin, kuten kirjoitin, modeemi ja kuvanlukija.



A-liitin Vastakappale



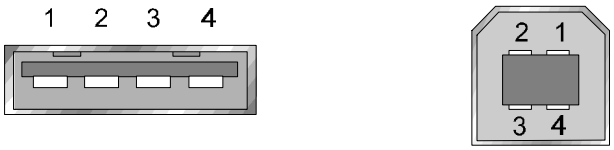
B-liitin Vastakappale

Kuva: USB-liitännän A- ja B-liittimet.

USB-laite kytketään nelijohtoisella liittimellä USB-liittimeen. Kaksi johtoa on käyttöjännitteelle, joka on +5 volttia. Kahdella muulla johdolla siirretään itse tieto.

USB-liittimen pinnit		
Pinni	**Signaali**	**Johdon väti**
1	+5 V	Punainen
2	- Tieto	Valkoinen
3	+ Tieto	Vihreä
4	Maa	Musta

Seuraavassa kuvassa on A- ja B-liitinten pinnijärjestykset.



Kuva: USB-vastakappaleliitinten pinnijärjestys.

Jännite- ja maajohtimet menevät suoraan johdon sisällä, mutta tietojohdot on kierretty toistensa ympäri. Tieto siirretään differentiaalisena, jolloin toisessa tietojohtimessa kulkee looginen käänteissignaali toisen tietojohtimen tiedosta. Tällä saavutetaan parempi luotettavuus tiedon kululle.

Kellosignaali kuljetetaan differentiaalitietoon koodattuna tietojohtimessa. Tämän avulla varmistetaan USB-laitteiden pysyminen samassa tahdissa.

FireWire

FireWire (IEEE 1394) on erittäin nopea sarjaväylä. Kun USB on suunnattu näppäimistöille, modeemeille ja muille hitaille laitteille on FireWire suunnattu kiintolevyille, kuvanlukijoille ja muille suurta tiedonsiirtonopeutta vaativille laitteille. Sekä USB ja FireWire on suunniteltu korvaamaan perinteiset sarja- ja rinnakkaisväylät.

FireWire mahdollistaa kaikkiaan 63 laitteen yhtäaikaisen käytön. Laitteita voidaan irroittaa ja kiinnittää, vaikka jokin laite olisi käytössä juuri sillä hetkellä. Käytössä olevan laitteen kaapelointi ei tietenkään saa katketa.

Käytettävissä olevat tiedonsiirtonopeudet ovat

- 100 Mb/s (12,5 Mt/s)
- 200 Mb/s (25 Mt/s)
- 400 Mb/s (50 Mt/s)

Kaikkia näitä nopeuksia käyttäviä laitteita voi olla kytkettynä samaan mikroon.

IrDA

IrDA-järjestöön *(Infrared Data Association)* kuuluvat lähes kaikki merkittävät tietotekniikkayritykset, kuten esimerkiksi Apple, HP, IBM, Intel ja Microsoft. IrDA sisältää infrapunavalolla tapahtuvan sarjamuotoisen tiedonsiirtostandardin.

Tiedonsiirto esimerkiksi mikrotietokoneesta kirjoittimelle vaatii molempiin laitteisiin infrapunayksikön. Laitteet on sijoitettava varsin lähelle toisiaan, maksimissaan noin 1,6 metrin päähän. Lisäksi niiden välillä on oltava esteetön yhteys, jotta signaalit kulkevat häiriöittä.

Eniten IrDA yleistyy kannettavissa mikroissa, jolloin tiedonsiirto eri oheislaitteille onnistuu ilman kaapeleiden kytkemisiä. Oheislaitteista muun muassa kirjoittimissa, faksimodeemeissa, digitaalikameroissa ja piirtoheittimissä IrDA-liitäntä tulee yleistymään.

IrDA 1.0 on julkaistu vuonna 1994. Siirtonopeus on suurimmillaan 115,2 kilobittiä sekunnissa. 1.1-versio sisältää lisäksi 1,152 ja 4 megabittiä sekunnissa olevat tiedonsiirtonopeudet. Näillä suuremmilla nopeuksilla onkin jo enemmän käyttökohteita, koska nopeudet ovat huomattavasti suurempia kuin 1.0-versiossa.

	IrDA-SIR	**IrDA-MIR**	**IrDA-FIR**
Tiedonsiirtonopeus	115,2 kbit/s	1,152 Mbit/s	4 Mbit/s
Tiedonsiirtonopeus	14,4 kt/s	144 kt/s	500 kt/s

500 kt/s tiedonsiirtonopeus on jo lähellä 4x-CD-ROM-asemaa tai muutaman vuoden takaisia kiintolevyjä.

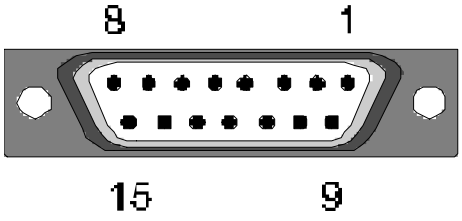
Peliohjainliitäntä

Peliohjainliitännän avulla peliohjain voidaan kytkeä PC-mikroon. Liitäntöjä on vain yksi, mutta haaroittimen avulla saadaan myös toinen peliohjain kytkettyä. Vaihtoehtoisesti liitäntään voidaan kytkeä neljä kappaletta paddle-ohjaimia.

Peliohjainliitäntä on integroituna useimmissa äänikorteissa ja monitoimikorteissa. Jos liitäntä on useammassa kortissa, on syytä ottaa ylimääräiset pois käytöstä. Valinnat tehdään joko jumpperien avulla tai ohjelmallisesti.

Äänikortissa saattaa olla myös yhdistetty MIDI- ja peliohjainliitäntä. Molemmat kun käyttävät samanlaista liitäntää. Kyseisiä laitteita voidaan käyttää vuorotellen tai haaroituskappaleen avulla laitteet voivat olla jatkuvasti kiinni, valmiina käytettäviksi.

Peliohjainliitäntä on 15-reikäinen D-liitin. Se käyttää 201h-osoitetta, mutta ei tarvitse keskeytyksiä eikä DMA-kanavia.



Kuva: Peliohjainliitäntä.

Seuraavassa taulukossa on peliohjaimen ja MIDI-liitännän käyttämät pinnit selityksineen.

Pinni	Signaali	Toiminto
1	+5 V	Paddle 1, Peliohjain A
2	Nappi 1	Paddle 1 nappi, peliohjain A nappi 1
3	Paikka 0	Paddle 1 paikka, peliohjain A X-koordinaatti
4	Maa	
5	Maa	
6	Paikka 1	Paddle 2 paikka, peliohjain A Y-koordinaatti
7	Nappi 5	Paddle 2 nappi, peliohjain A nappi 2
8	+5 V	Paddle 2
9	+5 V	Paddle 3, peliohjain B
10	Nappi 6	Paddle 3 nappi, peliohjain B nappi 1
11	Paikka 2	Paddle 3 paikka, peliohjain B X-koordinaatti
12	Maa	MIDI TXD
13	Paikka 3	Paddle 4 paikka, peliohjain B Y-koordinaatti
14	Nappi 7	Paddle 4 nappi, peliohjain B nappi 2
15	+5 V	Paddle 4, MIDI RXD

12. OHEISLAITTEET

Mikron pääosien avulla mikro käynnistyy ja siinä voidaan käyttää perusohjelmia. Oheislaitteiden *(Peripheral)* avulla toimintoja voidaan monipuolistaa huomattavasti. Esimerkiksi faksimodeemin avulla voidaan hyödyntää puhelinlinjoja, äänikortin ja kaiuttimien avulla saadaan kunnollinen ääni, kirjoittimien avulla saadaan tulostettua ja niin edelleen.

Näppäimistö eroaa muista oheislaitteista siinä, että se on välttämätön mikron toiminnan kannalta. Näppäimistö esitelläänkin tässä luvussa ensimmäisenä ja sen jälkeen esitellään yleisimmät oheislaitteet.

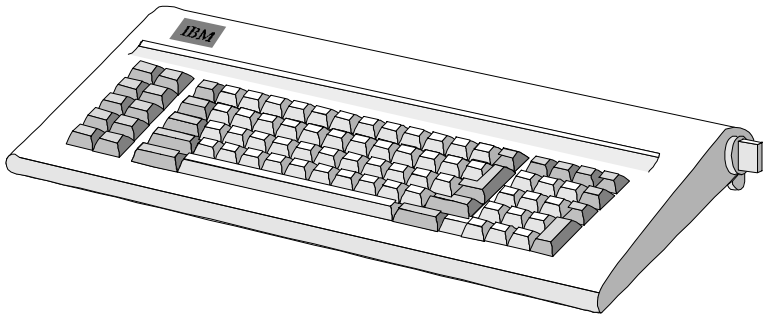
Näppäimistö

Näppäimistön *(Keyboard)* avulla annetaan mikrolle komennot ja käyttäjä kommunikoikin suurimmaksi osaksi tietokoneen kanssa näppäimistön avulla.

Näppäinjärjestykset

Aikojen kuluessa näppäimistön ulkoasu, näppäinten järjestys ja määrä ovat muuttuneet. Näppäimistöt ovat kuitenkin olleet tietyn mallin mukaisia, jonka mallin on IBM näyttänyt. Seuraavana esitellään näppäimistöjen pääryhmät.

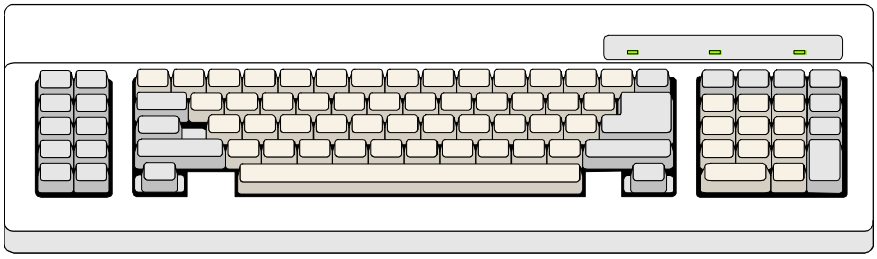
83-näpppäimistä **PC-näppäimistöä** käytettiin PC-tason (8086- ja 8088-prosessorit) mikroissa.



Kuva: PC-näppäimistö

PC-näppäimistön tunnistaa helpoiten siitä, että toimintonäppäimet eli funktionäppäimet sijaitsevat vasemmassa reunassa yläreunan sijasta ja niitä 10 kappaletta. Kaikki muut näppäimet ovat vierekkäin ilman suurempia ryhmityksiä. Esimerkiksi numeronäppäimet sijaitsevat aivan kiinni Enter- ja vaihtonäppäimissä.

84-näppäimisessä **AT-näppäimistössä** *(Advanced Keyboard)* numeronäppäimistö on ryhmitelty omaan osaan näppäimistön oikeaan reunaan. SysReq-näppäin on tullut lisää ja Enter-näppäimen kokoa on suurennettu.

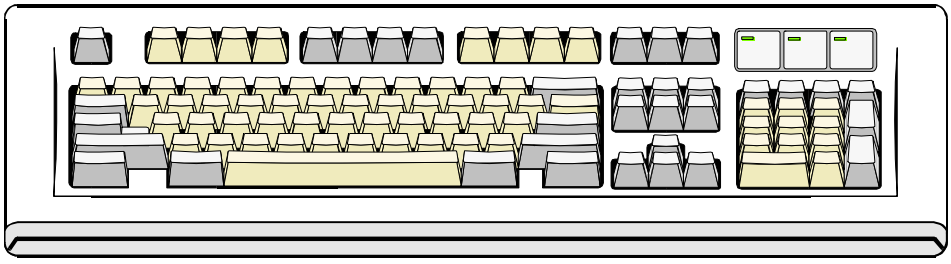


Kuva: AT-näppäimistö

Uudemmissa mikroissa käytetään 101 tai 102 näppäintä sisältävää **AT/E-näppäimistöä** *(Enhanced Keyboard)*. Siinä on funktionäppäimiä 12 kappaletta ja ne sijaitsevat näppäimistön yläreunassa. Samoin siellä on Esc-, Print Screen-, Scroll Lock- ja Pause-näppäimet.

Näppäimistö on myös huomattavasti leveämpi kuin aikaisemmat, koska erilliset kursorinäppäimet on ryhmitelty numeronäppäimistön ja Enter-näppäimen väliin. Samassa välissä sijaitsee myös Insert-, Delete-, Home-, End-, PageUp- ja PageDown-näppäimet.

Tämä näppäimistö onkin tyydyttänyt useimpien tarpeet ja se on pysynyt pitkään lähes muuttumattomana.



Kuva: AT/E-näppäimistö

Windows 95 -näppäimistö on lähes samanlainen kuin AT/E-näppäimistö. Ainoana erona on kolme lisänäppäintä alimmalla näppäinrivillä. Kaksi niistä on samanlaisia ja niillä saadaan Käynnistä-valikko auki ja kolmas toimii vastaavalla tavalla kuin hiiren oikeanpuoleinen painonappi.

Kuva: Tavallinen Windows 95 -näppäimistö.

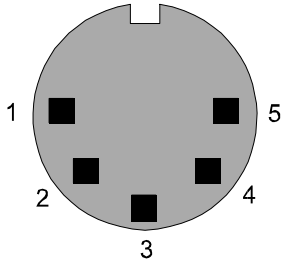
Uudempia keksintöjä on muotoillut näppäimistöt. Esimerkiksi Microsoft Natural Keyboard on keskeltä korkeampi ja näppäimistö on jaettu ikäänkuin kahteen osaan. Molemmat kädet ovat omilla puolillaan kirjoitettaessa. Näppäimistön koko on myös huomattavasti normaalikokoa suurempi.

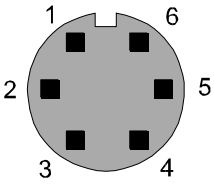
Kuva: Ergonomisesti muotoiltu näppäimistö.

Näppäimistössä voi olla myös ohjauspallo tai kosketustabletti kohdistimen liikuttelua varten. Erillistä hiirtä ei silloin tarvita.

Näppäimistöliitäntä

Näppäimistöliitäntä on joko 5-napainen DIN-liitin tai PS/2-sarjan näppäimistöliitin. Edellämainittu suurempi AT-liitin on ollut näppäimistöissä ensimmäisestä PC-mikrosta lähtien. PS/2-mikroissa oleva pienempi liitin tulee korvaamaan AT-liittimen. Tällä hetkellä PS/2-liitin on yleisempi uusissa mikroissa.





AT-liitin	1	Tyhjä	**PS/2-liitin**	1	Tyhjä
	2	+5 V		2	+5 V
	3	Tieto		3	Tyhjä
	4	Maa		4	Tieto
	5	Kello		5	Maa
				6	Kello

Huomaa, että PS/2-näppäimistöliitin on samanlainen kuin PS/2-sarjan hiiriliitin eli näppäimistön kaapelin voi vahingossa laittaa väärään kohtaan!

Ergonomia

Vaikka näppäimistöt vaikuttavat päällepäin hyvin samanlaisilta, löytyy niistä kuitenkin eroja. Yksi tärkeä ero on näppäintuntuma. Hyvän näppäimistön näppäimessä on sitä painettaessa selvä tuntu, milloin näppäin välittää signaalin eteenpäin.

Samankaltaisten näppäimistöjen rintaman on rikkonut Microsoft Natural Keyboard ja muut vastaavanlaiset. Ne on toteutettu erottamalla vasemman ja oikean puolen näppäimet selviksi omiksi lohkoiksi molemmille käsille. Lisäksi näppäinten kulmat ja paikat voivat olla täysin poikkeavat perinteisestä näppäimistöstä.

Näppäintuntuma saadaan aikaan näppäimen jousituksen avulla. Ensin näppäin painuu helposti alaspäin, jonka jälkeen painaminen vaatii lisää voimaa. Jos tuntumaa ei ole, näppäin tuntuu löysältä ja sormet eivät tunne, milloin sitä on painettu sopivasti. Joissakin näppäimistöissä näppäintuntua on lisätty merkkiäänellä. Toiset pitävät siitä ja toisille se on taas kauhistus.

Toinen ero on näppäimistön kestoikä. Yleensä halvimmat näppäimistöt saattavat kestää vain muutamia kuukausia. Kalliimpi näppäimistö on mukavampi käyttää ja se kestää pidempään. Mitään hintarajoja on tietenkin vaikea sanoa.

Signaali jonkin näppäimen painalluksesta saadaan aikaan erilaisilla tekniikoilla. Yleisin on kahden metallin osuminen toisiinsa, kun näppäin painuu pohjaan. Tällöin sähkövirta kulkee niiden läpi ja näin tiedetään, mikä näppäin on pohjassa.

Useiden näppäimistöjen takareunan korkeutta voidaan säätää, jolloin näppäimistön kaltevuus saadaan halutuksi. korkeuden säätö voi olla portaaton tai yhdellä tai useammalla portaalla toimiva.

Näppäimet

Seuraavana esittelemme lyhyesti yleisimpien näppäimistön näppäinten merkitykset. Huomaa, että joidenkin näppäimien toiminta riippuu käytettävästä käyttöjärjestelmästä ja ohjelmasta.

A - Ö **1 - 0**	Kirjaimet Numerot
Välilyönti	Tyhjän merkin kirjoittaminen.
Enter	Rivinvaihto tai toiminnon hyväksyminen.
SHIFT	Kun näppäintä pidetään pohjassa, saadaan isot kirjaimet kirjainnäppäintä painamalla.
Caps Lock	Näppäimiä painettaessa tulee vain isoja kirjaimia. Caps Lock on joko päällä tai pois.
Tab	Tabulointinäppäin, eli kohdistin siirtyy seuraavaan sarkainmerkkiin.
CTRL	Näppäintä käytetään muun muassa toimintojen ja makrojen käynnistykseen (esim. CTRL S tallettaa tiedoston useissa ohjelmissa).
ALT	Käytetään muun muassa alasvetovalikon avaamiseen Windowsissa.
ALT GR	Käytetään näppäimessä olevan kolmannen merkin aikaansaamiseen. Esimerkiksi punnan merkki saadaan painamalla ALT GR -näppäin pohjaan ja painamalla samaan aikaan 3-näppäintä.
<- Backspace	Kohdistimen vasemmalla puolella olevan merkin poistaminen.
ESC	Toimii usein peruutusnäppäimenä.
Insert	Päällekirjoitus- ja lisäystilan vaihto.
Delete	Poistaa kohdistimen kohdalla olevan merkin.
Home	Useissa ohjelmissa kohdistin siirtyy rivin alkuun.
End	Useissa ohjelmissa kohdistin siirtyy rivin loppuun.
PageUp	Useissa ohjelmissa siirrytään edelliselle sivulle.
PageDown	Useissa ohjelmissa siirrytään seuraavalle sivulle.

F1 - F12 Näppäimiin on usein ohjelmoitu tietyn ohjelman toimintoja. Esimerkiksi F1 sisältää usein avustetoiminnon.

PrintScreen Windowsissa otetaan kuvaruutukopio leikepöydälle. Huomaa, että ALT PrintScreen ottaa vain aktiivisen ikkunan kopion.

Scroll Lock Ei määriteltyä toimintoa.

SysRq Ei määriteltyä toimintoa.

Pause Useissa ohjelmissa toimintojen keskeytys, kunnes näppäintä painetaan uudestaan.

Break Useissa ohjelmissa toimintojen katkaisu.

Numeronäppäimistö Joko numerot tai kohdistinnäppäimet toimivat riippuen NumLock-näppäimen asennosta. Kerto-, jako-, yhteenlasku-, vähennys- ja Enter-näppäimet ovat reunalla.

Num Lock Numeronäppäimistön numeroiden ja kohdistinnäppäinten tilan vaihto.

Nuolinäppäimet Kohdistimen liikuttaminen nuolen osoittamaan suuntaan.

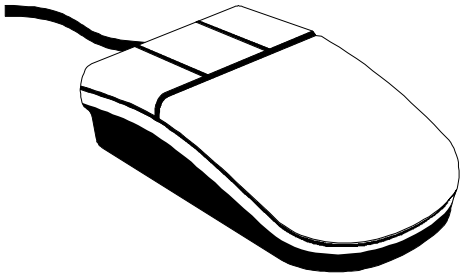
Huomaa, että joitakin erikoismerkkejä (¨ ^ ~) saadaan aikaan painamalla kerran Enter-näppäimen vieressä olevaa näppäintä, esimerkiksi ¨ ja sen jälkeen haluttua näppäintä esimerkiksi u, jolloin tuloksena on ü.

Erikoissymboleja saadaan painamalla ALT-näppäin pohjaan ja naputtelemalla numeronäppäimistöltä nelinumeroinen koodi. Esimerkiksi astemerkki (°) syntyy painamalla numerot 0176 vuorotellen. Huomaa, että NumLock-näppäin täytyy olla valittuna.

Muita erikoismerkkejä näet Windowsin merkit *(Character Map)* -ohjelmasta. Se ilmoittaa myös vaadittavan numeroyhdistelmän kullekin merkille.

Hiiri

Hiiri *(Mouse)* on käytännössä pakollinen PC-mikroon kuuluva oheislaite. Varsinkin Windows ja muut graafiset ympäristöt vaativat hiiren, jotta ohjelmistojen käyttö olisi luontevaa.



Kuva: Kolminäppäiminen hiiri.

Hiiren avulla kohdistinta (kursoria, *Cursor*) liikutetaan näytöllä. Hiirtä liikutetaan pöytäpinnalla, jolloin näytöllä oleva kohdistin liikkuu kyseiseen suuntaan. Hiiren painonapeilla voidaan tehdä erilaisia valintoja ja muita toimintoja, kuten esimerkiksi ohjelman käynnistäminen.

Liitäntä

Hiiri voidaan liittää PC-mikroon seuraaviin liitäntäpaikkoihin:

- Sarjaliitäntä
- PS/2-hiiriliitäntä
- Oma sovitinkortti

Yleisin hiiriliitäntä on sarjaliitäntä *(Serial)*, joka on 9- tai 25-piikkinen D-liitin. Hiiressä on yleensä vain 9-piikkinen liitin, joten sopivalla välikappaleella se voidaan kytkeä 25-piikkiseen liittimeen. Yleensä hiiri on sarjaliitännässä COM 1. Harvemmin se on kytketty sarjaliitäntä COM 2:een, johon sen sijaan on useimmiten kytketty modeemi.

PS/2-liitäntä on yleisin vaihtoehto uusissa mikroissa. Liittimenä on pieni Mini-DIN-liitin, joka on muuten samanlainen kuin PS/2-näppäimistöliitin.

On oltava tarkkana, jotta hiiri kytketään hiiriliitäntään, eikä näppäimistöliitäntään.

Sarjaliitäntään kytketyn hiiren käyttämät keskeytykset ovat kyseisen sarjaliitännän mukaiset, mutta PS/2-hiiri sen sijaan käyttää aina keskeytystä 12.

Jos mikrossa ei ole hiiriliitäntää eikä vapaata sarjaliitäntää, voidaan hiiri asentaa omalla sovitinkortilla. Tällaista hiirtä kutsutaan väylähiireksi *(Bus Mouse)*. Väylähiiren haittapuolena on sen vaatima korttipaikka ja 'ylimääräisen' keskeytyksen valinta. Keskeytyksiä kun muutenkaan ei PC-mikrossa ylimäärin ole.

Hiiren keskeytykset	
Liitäntä	**Keskeytys**
COM 1	4
COM 2	3
PS/2	12
Väylähiiri	Valinnainen tietyistä vaihtoehdoista

Hiiriä valmistetaan myös johdottomina *(Cordless)*, jolloin ohjaussignaalit välitetään tietokoneelle infrapuna- tai radioaalloilla. Aaltojen vastaanottoyksikkö sijoitetaan pöydän takareunalle, josta johdon välityksellä tieto kuljetetaan itse mikroon. Radioaalloilla toimivan hiiren etu infrapunaan on, että sen käyttöä ei estä edessä olevat esineet, kuten esimerkiksi kynät, levykkeet ja muut pöydällä olevat tavarat. Infrapunahiirellä on oltava esteetön suora yhteys vastaanottoyksikköön. Näiden hiirten etuna on vapaa liikutettavuus, kun johto ei häiritse käyttöä.

Tarkkuus

Hiirien tarkkuus on keskimäärin välillä 100 - 400 dpi. Halvemmissa hiirissä tarkkuus on yleensä lähellä 100 dpi:tä. Mitä suurempi tarkkuus, sitä tarkemmin hiiren liikkeitä voidaan seurata ja välittää tarkemmat siirtymistiedot mikrolle. Tämä vähentää kohdistimen nykimisiä ja pienellä

liikkeellä voidaan siirtää kohdistinta pidempi matka.

Käyttöönotto

Hiiri otetaan käyttöön laiteohjaimella, joka DOS-ympäristössä täytyy ladata CONFIG.SYS- tai AUTOEXEC.BAT-tiedostojen avulla. DOS 6:n mukana tulee MOUSE.COM-niminen ohjelma, joka on Microsoft-yhteensopiville hiirille tarkoitettu laiteohjain.

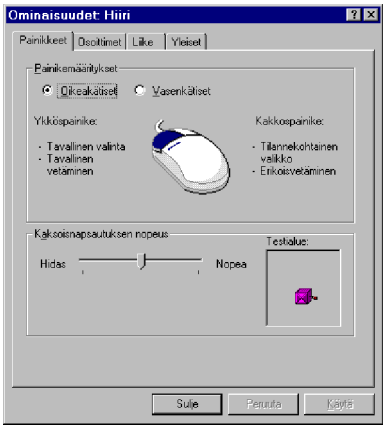
Seuraavana on tyypilliset rivimääritykset:

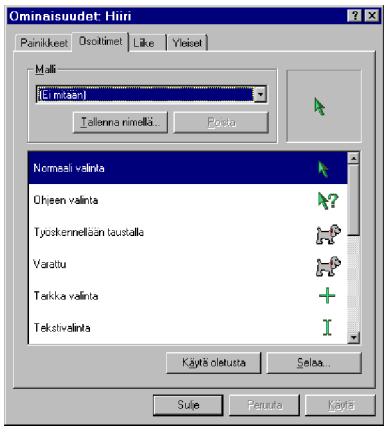
CONFIG.SYS	**AUTOEXEC.BAT**
DEVICE=C:\DOS\MOUSE.SYS	C:\DOS\MOUSE

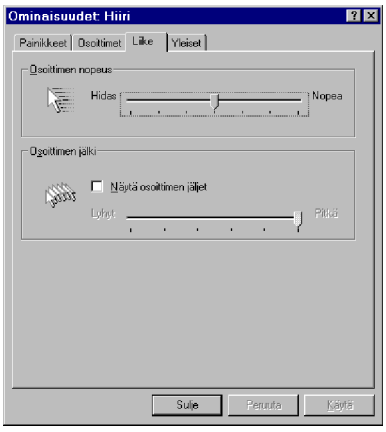
Windows 3.X ei vaadi CONFIG.SYS- tai AUTOEXEC.BAT-tiedostossa olevaa laiteohjainta, vaan ottaa hiiriajurin käyttöön automaattisesti Windowsin käynnistyksen yhteydessä. Monet hiiret sisältävät oman laiteohjaimen, jonka avulla erilaisia asetuksia voidaan määritellä.

Windows 95 ottaa myös hiiren automaattisesti käyttöön. Hiiren laiteohjain voidaan vaihtaa ja erilaisia asetuksia helposti muokata.

Windows 95:n Ohjauspaneelin *(Control Panel)* Hiiri *(Mouse)* -kuvakkeen takaa löytyy neljä ikkunaa, joista asetuksia voidaan muuttaa.





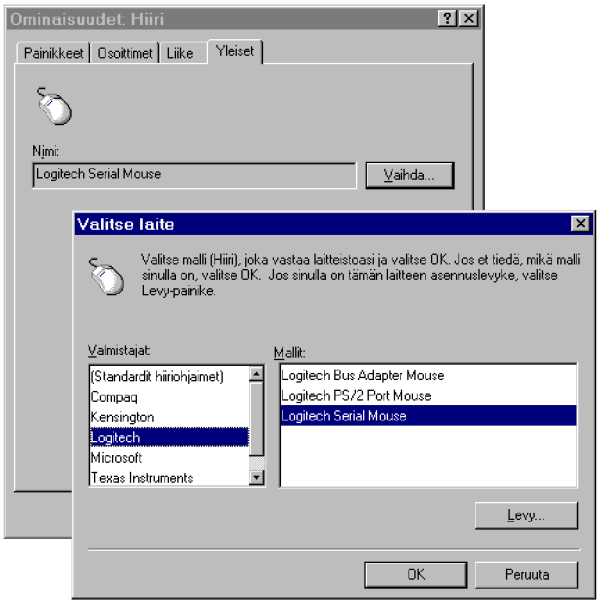


Vasemmanpuolimmaisesta ikkunasta voidaan vaihtaa oikean ja vasemmanpuolimmaisen napin paikkoja keskenään. Monille vasenkätisille vaihtoehdosta on hyötyä. Lisäksi ikkunassa voidaan säätää kaksoisnapautuksen nopeus. Testialueella voidaan testata, mikä nopeus tuntuu sopivimmalta.

Keskimmäisessä ikkunassa voidaan vaihtaa hiiren osoittimia halutuiksi.

Oikeanpuolimmaisessa ikkunassa voidaan säätää osoittimen nopeutta näytöllä. Lisäksi kannettavien mikrojen hitaisiin LCD-näyttöihin kannattaa valita osoittimen jäljet päälle, jolloin osoitin näkyy paremmin näytössä osoitinta nopeasti liikutettaessa.

Neljännestä ikkunasta voidaan valita käytössä olevan hiiren laiteohjain.



Hiiren toiminta

Hiiri valmistetaan kahdella eri tekniikalla:

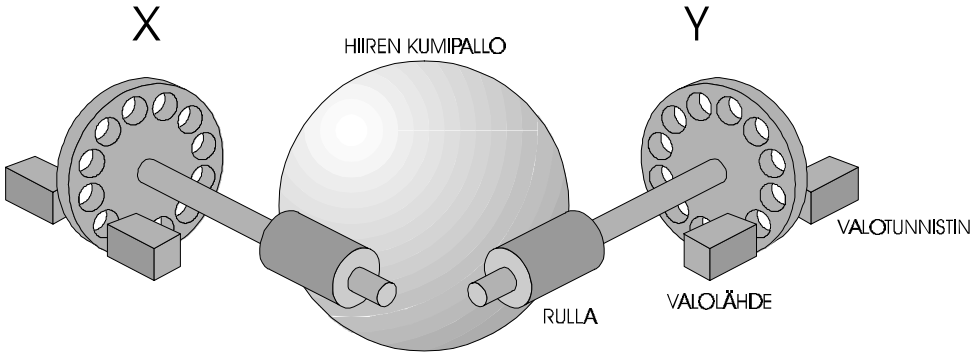
- Optinen hiiri
- Optomekaaninen hiiri

Tämän lisäksi on erilaisia hiiren tapaisia ohjauslaitteita kuten ohjauspallo ja kosketuslevy.

Optinen hiiri vaatii heijastavan erikoisalustan, jossa on viivaristikko. Hiiren pohjasta lähtevä valonsäde heijastuu alustasta ja katkeaa aina viivaan osuessaan. Hiiri lukee valonsäteen muutokset ja muuttaa ne sähköiseksi signaaleiksi tietokoneelle.

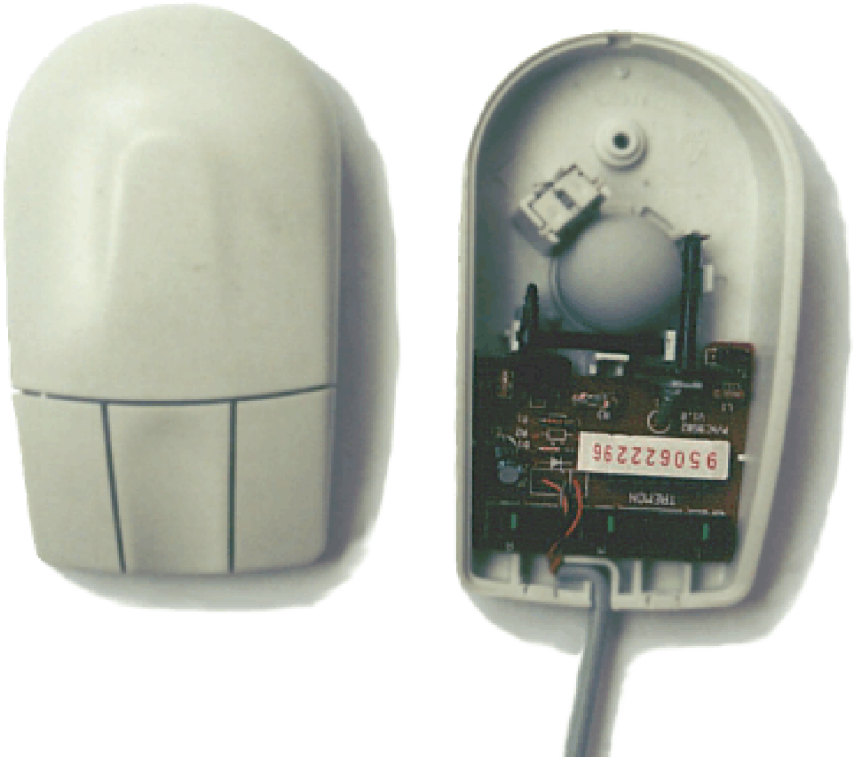
Optomekaaninen hiiri sisältää mekaanisesti toimivan pallon ja ohjausrullat. Ohjausrullien liike luetaan optisesti. Tämä on yleisin hiirityyppi tällä hetkellä.

Hiiren pohjassa on kaksi anturia, joista toinen mittaa x-suunnan ja toinen y-suunnan. Ne molemmat pyörittävät akseleita, joita luetaan valonsäteellä. Akselin päässä olevan reikälevy aiheuttaa liikkuessaan ja valonsäteen katkeilemisen, jonka avulla saadaan laskettua xy-koordinaatit. Sähköiset signaalit siirretään johtoa pitkin tietokoneelle. Hiiri toimii täysin tavallisella alustalla.



Kuva: Optomekaanisen hiiren pallon liike pyörittää X- ja Y-akseleita, joihin on kiinnitetty reikälevyt. Valolähteestä tuleva valo katkeaa välillä reikälevyn pyöriessä, jonka perusteella voidaan laskea pallon liikkuma matka varsin tarkasti.

Seuraavassa kuvassa on optomekaaninen hiiri, josta on kansi otettu pois. Huomaa pieni piirilevy, joka hoitaa akseleiden välittämät pyörimisliikkeet sähkösignaaleiksi. Pallon ala- ja oikealla puolella ovat suunta-akselit sekä vasemmassa yläreunassa on jousitettu ohjausrulla, joka painaa palloa suunta-akseleita vasten. Kolme pientä mikrokytkintä, jotka toimivat painonappeina, sijaitsevat aivan piirilevyn alareunassa.



Kuva: Optomekaaninen hiiri, josta on otettu kansiosa pois.

Ohjauspallo *(Trackball)* on hieman erilainen hiiri, mutta varsinkin kannettavissa mikroissa yleisin malli. Kannettavissa mikroissa se on integroitu usein näppäimistön eteen tai sivulle. Se saattaa löytyä myös näyttöpaneelin oikeasta ala reunasta.

Ohjauspallo on kuin ylösalaisin käännetty hiiri eli sen päällä on pallo, josta kursoria ohjataan. Ohjauspallon etuna on pieni pöytätilan tarve. Se pysyy koko ajan paikallaan, vain palloa pyöritetään kohdistimen liikuttamiseksi.

Kannettavissa mikroissa ohjauspallo on yleinen, koska sylissä käytettäessä on harvoin tasaista tilaa, jota tavallinen hiiri vaatii.

Kuva: Ohjauspallo.

Kuvan ohjauspalloa pyöritetään peukalolla, jolloin käden keskimmäisillä sormilla voidaan käyttää painonappeja.

Kosketuslevy on pieni tasapintainen levy, jota ohjataan sormenpäällä. Sormea liikutettaessa levypinnalla, liikkuu kohdistin samaan suuntaan. Jos sormen liike on nopea, siirtyy kohdistinkin nopeammin. Tätä ohjausmenetelmää käytetään kannettavissa mikroissa.

Painonäppäimet

Hiiressä voi olla kaksi tai kolme painonäppäintä. Vasemmanpuoleisin on se tavallinen näppäin, jota käytetään yleisimmin kaikenlaisiin valintoihin. Oikeinpuoleisin näppäin on esimerkiksi Windows 95:ssä lisätoimintoja varten.

Keskimmäinen (myös oikeanpuoleisin) näppäin voidaan ohjelmoida hiiren laiteohjaimella, vastaamaan tiettyä toimintoa. Se voi vastata esimerkiksi kaksoisnäpäytystä, jolloin niistä selvitään helposti yhdellä näppäinpainalluksella.

Emulointi

Hiirien valmistajia on monia, mutta suurin osa niistä emuloi eli jäljittelee Microsoftin hiirtä. Muita tunnettuja hiiren valmistajia ovat Logitech ja Mouse Systems, joita myös jotkin hiiret emuloivat. Logitechin hiiret emuloivat myös Microsoftin hiirtä ja toimivat myös Microsoftin ajureilla.

Puhdistus

Jos näytöllä oleva kohdistin liikkuu hieman nykien ja välillä jumittuu kokonaan, on syynä useimmiten hiiren ohjauspallossa oleva likaisuus. Puhdistu on helppoa, koska hiiri on varsin yksinkertainen rakenteeltaan ja toteutukseltaan.

Hiiren pohjassa on reikä, jotta ohjauspallo saa kosketusta pöytäpintaan. Tästä aukosta pääsee helposti roskia hiiren sisään häiriten pallon pyörimistä.

Ohjauspallon saa poistettua kääntämällä tai liu'uttamalla pohjassa olevaa levyä. Pallon lisäksi kannattaa tarkistaa myös ohjausrullien mahdollinen likaisuus.

Puhdistukseen riittää usein poistamalla roskat sormilla. Joskus pallo voidaan joutua myös pesemään. Ohjausrullat on näppärintä puhdistaa pumpulipuikolla.

Kannattaa muistaa puhdistaa myös pöytätaso, jossa hiiri on.

Äänikortti

Äänikortti *(Sound Card)* on muodostunut tärkeäksi mikron perusosaksi. Sitä on aiemmin hyödynnetty lähinnä peleissä, mutta multimedian myötä sen merkitys on kasvanut myös muussa käytössä.

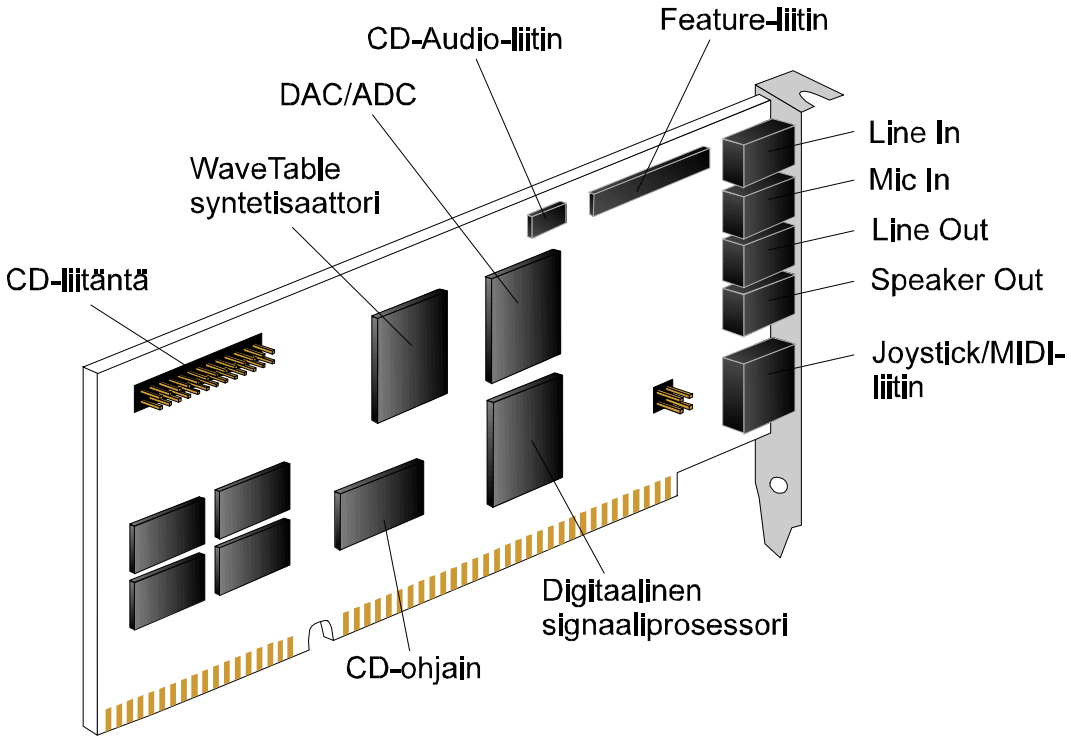
Äänikortti on tarpeellinen siksi, että mikrosta saadaan toistettua kunnollista ääntä. Äänikorttien synteesit mahdollistavat niin puheen kuin musiikinkin tuottamisen.

Jokaisessa PC-mikroissa on tosin jo valmiina yksinkertainen äänentuottosynteesi ja pieni monokaiutin. Käytännössä sen avulla saadaan vain eri korkuisia piippauksia ja rahisevia ääniä. Tämän takia äänikortti on tarpeellinen, koska muutoin äänen laatu on erittäin huono.

Äänikortteja on erilaatuisia. Huonommalla äänikortilla äänen laatu on huonompaa ja soittimetkaan eivät kuulosta aivan oikeilta. Parempi äänikortti mahdollistaa luonnonmukaisen toiston, mutta myös hintakin on aina korkeampi.

PC-mikron äänikortti on laajennuspaikkaan asennettava elektroninen laite, jossa on tarvittavat varusteet äänen tuottamiseen. Huomaa, että äänipiirit voivat sijaita valmiina myös emolevyllä. Tällöin tarvittavat liittimet löytyvät mikron takapaneelista.

Markkinoilta löytyy kymmeniä erilaisia äänikortteja sopien erilaisiin käyttötarkoituksiin. Useimmat halvimmat (alle 500 mk) äänikortit soveltuvat laatunsa, ominaisuuksiensa ja ohjelmistojensa johdosta lähinnä peliohjelmien käyttöön. Mikäli äänikorttia halutaan käyttää esimerkiksi MIDI- tai vakavammassa musiikin teossa ammattimaisena työvälineenä, on korttien hinta jo selvästi korkeampi, kuten erikseen ostettavien ohjelmistojenkin.



Kuva: Monipuolisen äänikortin pääosat.

Äänikorteissa on mallista riippuen monia eri toimintoja. Tavallisesti niitä käytetään digitoitujen äänien tai esimerkiksi MIDI-tiedostojen soittamiseen.

Äänien käsittelyyn mikrossa tarvitset äänikortin, kaiuttimet ja mikrofonin nauhoituksia varten. Nauhoitus voidaan suorittaa myös eri äänilähteistä äänikortin sisääntuloliitännän kautta. Myös musiikki-CD-levyltä äänitys on mahdollista.

Perusohjelmat seuraavat Windows 95:n mukana, mutta jos äänen muokkausta halutaan tehdä, muutenkin kuin muutamilla kokeiluilla, on sopivan ohjelman hankkiminen välttämätön. Huomaa, että useiden äänikorttien mukana seuraa monipuolisia ohjelmia.

Äänen käsittely

Mikroissa ääntä käsitellään kahdella eri menetelmällä:

- Äänen toisto ja nauhoitus
- Äänen syntetisointi

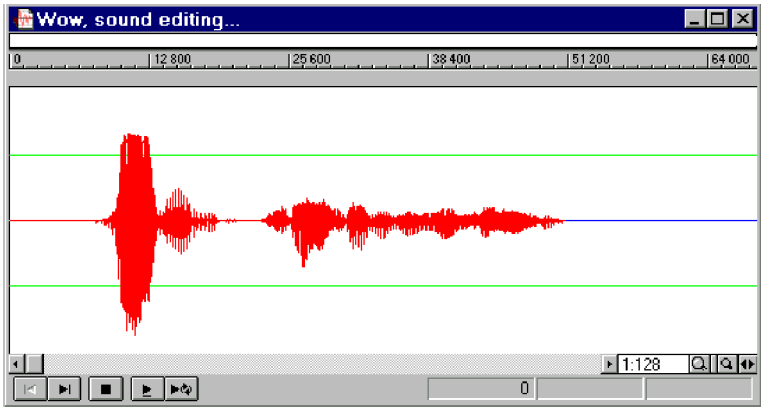
Molemmilla äänenkäsittelymenetelmillä on sekä oma tarkoituksensa että hyvät ja huonot puolensa.

Äänen toisto ja nauhoitus

Ääntä voidaan nauhoittaa mikrofonin välityksellä. Tällöin ääniaallot muutetaan digitaaliseen muotoon ja tallennetaan tiedostoon. Ääntä toistettaessa tiedoston signaalit muutetaan analogiseksi ja toistetaan kaiuttimen kautta.

Nauhoittamalla saadaan tallennettua kaikenlaista ääntä, mutta äänen muokattavuus on vaikeaa ja tuloksena on suuri tiedostokoko. Aaltomuodossa olevaa ääntä ei voida muokata nuoteilla, koska kaikki talletettu ääni on 'sekaisin' aaltoina.

Seuraavassa kuvassa on muutaman sekunnin mittainen ääni aaltomuodossa.



Kuva: Ääni aaltomuodossa.

Äänen syntetisointi

Äänisynteesillä tarkoitetaan tapaa, jolla halutun soittimen ääni tuotetaan. Yleisimmät äänikorttien äänisynteesit ovat

- FM
- WaveTable

FM-synteesi *(Frequency Modulation)* eli taajuusmodulointi on se vanhin tietokoneiden syntetisointitekniikka. Siinä instrumenttiäänet luodaan keinotekoisesti. FM-synteesi toimii yksinkertaistetusti siten, että FM-syntetisaattori generoi siniaallon, jota moduloidaan toisella aallolla. Kummankin aallon taajuutta muuttamalla saadaan aikaan erisävyisiä ääniä.

FM-synteesissä voi olla kaksi tai useampi määrä sinioskillaattoreita. Mitä enemmän oskillaattoreita on, sitä luonnonmukaisempi ääni syntyy. Tällä tekniikalla toteutetut äänet ovat kylläkin hyvin synteettisiä, eivätkä ne juurikaan muistuta oikeiden soittimien ääniä. Ratkaisu on kylläkin ollut parempi kuin ei ääntä ollenkaan.

Ensimmäisen FM-syntetisointia käyttävä äänikortti oli nimeltään Ad Lib. Äänikortti julkaistiin vuonna 1987 ja se oli silloin äänenlaadultaan vallankumouksellinen.

WaveTable-tekniikkaa pidetään huomattavasti parempana ratkaisuna, sillä sitä käyttävissä äänikorteissa on aidoista instrumenteista digitoituja ääninäytteitä.

WaveTable-äänikortin äänenlaatuun vaikuttaa muun muassa ääninäytteiden näytteenottotaajuus, pituus ja instrumenttikohtaisten näytteiden määrä instrumentin ääniasteikolla. Joissakin WaveTable-äänikorteissa on mahdollista luoda omia instrumentteja nauhoittamalla ääninäytteet itse. Useissa WaveTable-korteissa on myös FM-synteesi mukana varmistamassa yhteensopivuutta aikaisempiin ohjelmiin.

WaveTable-synteesi voidaan hankkia myös joihinkin FM-kortteihin. Edellytyksenä on WaveBlaster-laajennuspaikka. Tällöin kannattaa tarkistaa lisäkortin ja uuden WaveTable-kortin hintaero. Uusi hyvä kortti saattaa tulla lähes samanhintaiseksi. Joillakin valmistajilla on myös omaan korttipaikkaan asennettavia WaveTable-lisäkortteja.

Koska musiikin tallentaminen digitoituna veisi erittäin paljon kiintolevyti-

laa, on tilan säästämiseksi keksitty MIDI.

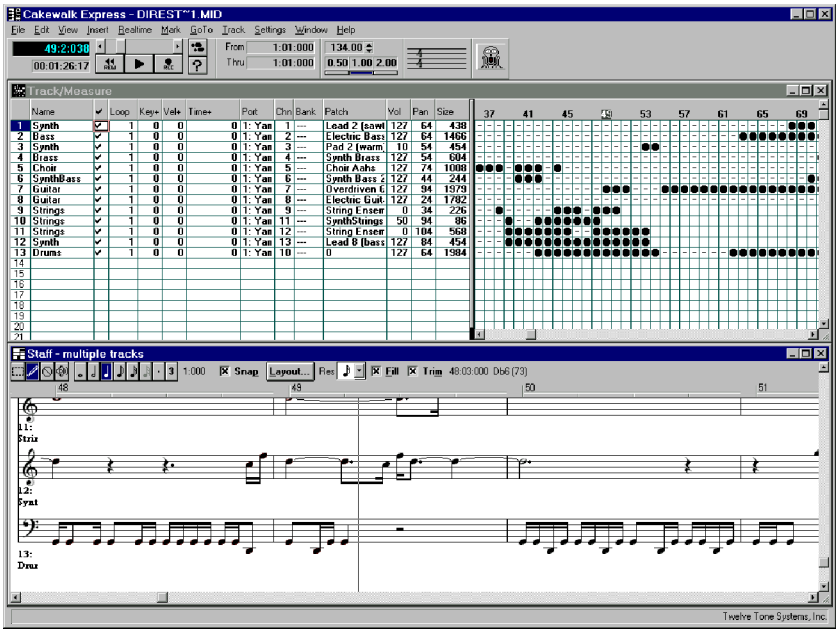
MIDI

MIDI *(Musical Instrument Digital Interface)* on musiikkilaitteiden digitaalinen liitäntä. Sen avulla voidaan eri valmistajien laitteita, kuten esimerkiksi syntetisaattori, koskettimisto ja rumpukone, liittää toisiinsa. Ilman standardia eri valmistajien laitteiden liittäminen toisiinsa olisi mahdoton homma.

Syntetisoidut äänet tallennetaan lähes poikkeuksetta MIDI-muodossa. MIDI ei välitä ääntä vaan soittokomentoja. Musiikista välitetään yksinkertaisimmillaan esimerkiksi tietyn nuotin aloitus- ja lopetusaika. Myös muita tietoja on välitettävä, kuten äänenvoimakkuus, soitin jne., jotta musiikki kuulostaa oikealta. Puhetta ei MIDI-kappaleissa olekaan, koska systeemiin on ohjelmoitu vain soittimien eri korkuisia ääniä. Puhetta ei pysty tuottamaan vastaavalla tekniikalla.

MIDI-musiikki sisältää vain eri soittimia, ei siis puhetta tai auton moottorin jyrinää. MIDIllä voidaan tehdä musiikkikappaleita nuottien avulla sekä niiden muokkaaminen on helppoa. Lisäksi tuloksena on hyvin pieni tiedostokoko.

Seuraavassa kuvassa on eräs MIDI-kappale. Näytössä näkyy muun muassa soittimet ja nuotit.



Kuva: MIDI-musiikkikappale.

MIDI ei vielä takaa sitä, että yhdellä syntetisaattorilla tai äänikortilla tehty

kappale kuulostaisi samalta toisen valmistajan laitteella kuunneltuna. Tämä johtuu siitä, että ohjelmanvaihtokäskyjä ei ole standardisoitu.

General MIDI määrittelee soittimen muistipaikkojen sisällön niin, että laitteesta riippumatta tietyssä muistipaikassa on tietty soitin. Esimerkiksi muistipaikassa yksi on akustinen piano. General MIDIn ansiosta eri laitteilla tehdyt kappaleet voidaan kuunnella oikeankuuloisina myös toisilla laitteilla.

Analoginen ja digitaalinen ääni

Tämän luvun asioista on hyvä tietää, jolloin äänikorttien laatuja ja ominaisuuksia voidaan verrata keskenään. Lisäksi pystytään paremmin määrittämään minkälainen äänikortti on riittävä omiin tarkoituksiin.

Korvin kuultava ääni on analogista ja tietokoneella käsiteltävän äänen on oltava digitaalista. Äänikään ei ole poikkeus tästä säännöstä.

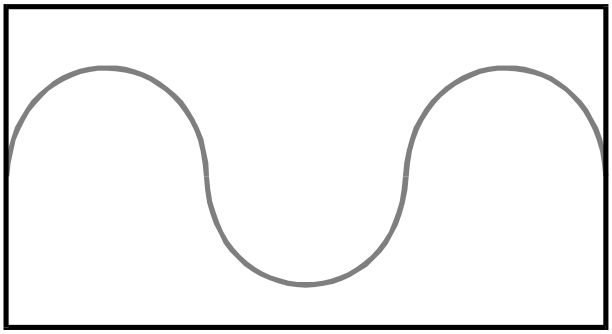
Tästä syystä äänikortin on tehtävä muodosta toiseen muuntaminen: analogisesta digitaaliseksi, kun tieto siirretään tietokoneelle ja digitaalisesta analogiseksi, kun ääntä kuunnellaan.

Muunnos tehdään ADA-muuntimella *(Audio Digital Audio)*. Muuntimella voidaan ääni muuttaa molempiin suuntiin. Muunnos ei ole aivan yksiselitteinen, sillä sen laatuun vaikuttaa kolme tekijää:

- Muuntimen resoluutio
- Muuntimen näytteenottotaajuus
- Oheiskomponenttien laatu

Ääniaallon digitointi tapahtuu seuraavana esitellyllä tavalla. Esimerkissämme käytämme 3 bitin järjestelmää. Tällä saavutetaan hyvin karkea ääniaallon seuranta, mutta siitä nähdään helpommin digitointitekniikka. Huomaa, että huonoimmatkin äänikortit käyttävät 8-bittistä resoluutiota.

Ensimmäisenä digitoinnin lähtökohtana on ääniaalto, joka esimerkissämme on seuraavanlainen.

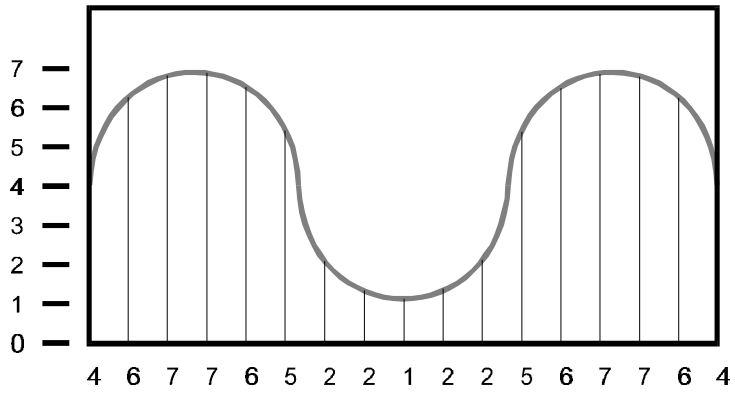


Kuva: Analoginen signaali.

3-bittisen järjestelmän desimaali- ja vastaavat binääriarvot ovat seuraavat:

Desimaali	Binääri
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Ääniaalto muutetaan digitaaliseksi poimimalla näytteenottotaajuuden määräämin välein käyrän korkeuskohta. Korkeusarvoja on niin monta kuin resoluutio (bittisyys) antaa myöten. Tässä esimerkissä on vain 3 bittiä, joten 8 eri lukua on mahdollista.



Kuva: Analogisen signaalin digitointi.

Kun käyrän korkeus on laskettu, on siitä saatu arvo muutettava binäärimuotoiseksi. Esimerkin desimaaliarvot muuntuvat seuraavanlaisiksi binääriarvoiksi.

4 6 7 7 6 5 2 2 1 2 2 5 6 7 7 6 4	Numeroarvot (3 bitin järjestelmä)
100 110 111 111 110 101 010 010 001 010 010 101 110 111 111 110 100	3-bittinen binäärikoodi

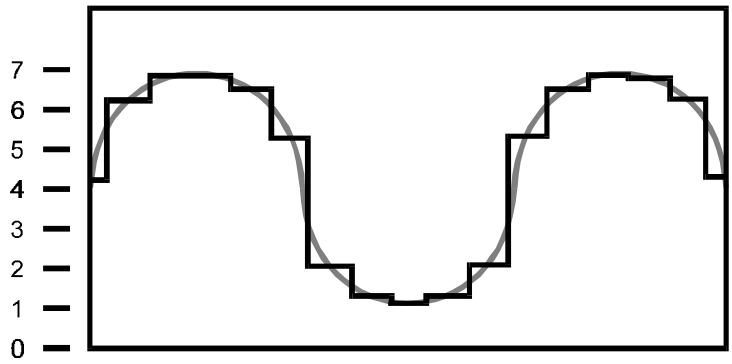
Nämä binääriarvot sitten talletetaan tietokoneen muistiin.

Binääritiedot voidaan muuttaa päinvastaisessa järjestyksessä takaisin ääniaalloksi.

Muutetaan ensin binäärikoodit desimaaliluvuiksi.

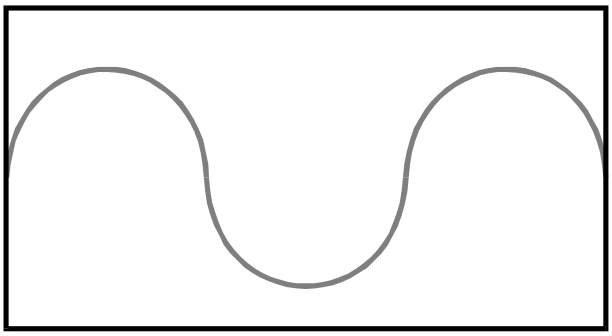
100 110 111 111 110 101 010 010 001 010 010 101 110 111 111 110 100	3-bittinen binäärikoodi
4 6 7 7 6 5 2 2 1 2 2 5 6 7 7 6 4	Numeroarvot (3 bitin järjestelmä)

Seuraavana desimaaliarvoilla muodostettavista pylväistä saadaan laskettua ääniaalto.



Kuva: Analogisen signaalin muodostus.

Kun käyrä on kokonaan muodostettu, on alkuperäinen ääniaalto valmis, joka voidaan toistaa kaiuttimista.



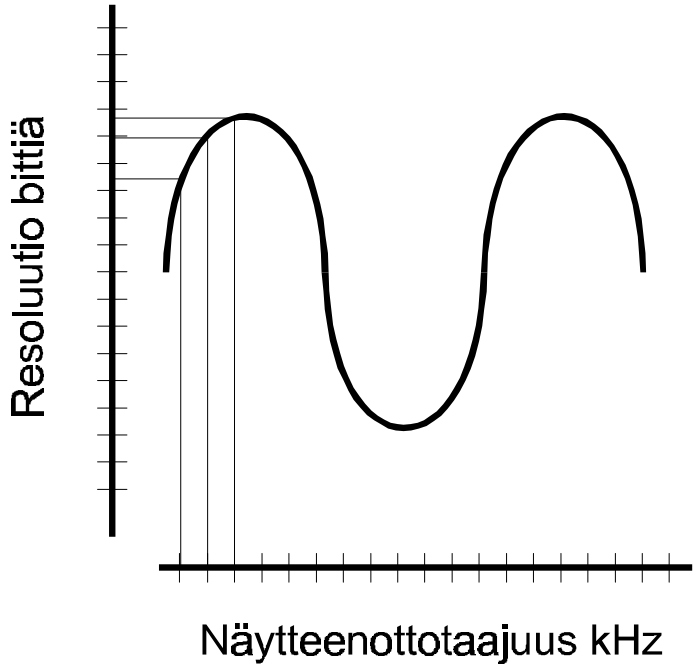
Kuva: Digitaalisesta tiedosta muokattu analoginen signaali.

Esimerkistä huomaat myös helposti, että mitä suurempi näytteenottotaajuus ja resoluutio ovat, sitä tarkempi digitointi että aallon uudestaanmuodostus voidaan tehdä. Jos digitointi tehdään karkealla tasolla, on äänenlaatu myös luvattoman huono. Ääniaallon käyrää ei ole silloin seurattu tarpeeksi tarkasti.

Resoluutio ja näytteenottotaajuus

Muuntimen resoluutio ilmaistaan bitteinä. Edullisimmat äänikortit ovat 8-bittisiä ja paremmat ovat 16-bittisiä. Mitä suurempi resoluutio, sitä enemmän näytteitä voidaan ottaa. Tuloksena on parempi ääni.

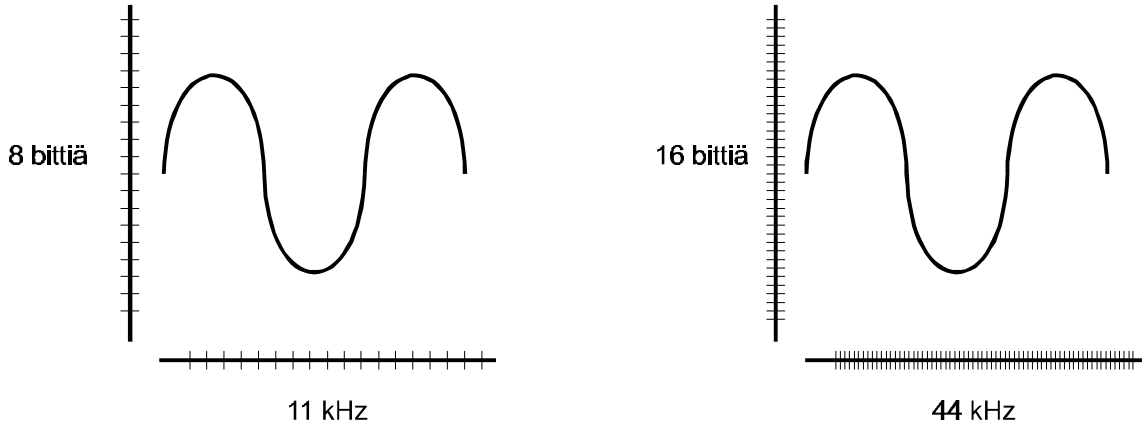
Näytteenottotaajuus tarkoittaa, kuinka monta digitaalista näytettä nauhoitettavasta materiaalista otetaan yhden sekunnin aikana. 8-bittinen perusäänikortti kykenee enimmillään 22,05 kHz monofoniseen nauhoitukseen. Stereona näytteenottotaajuus on puolet tästä eli 11 kHz. 16-bittiset äänikortit yltävät 44,1 kHz nauhoitukseen, mikä vastaa jo CD-tasoa.



Kuva: Äänikäyrän resoluutio näytteenottotaajuuden mukaan.

Kuvan pystyakselista näet, että jos bittisyyden määrää nostetaan, saadaan tarkempi arvo käyrän kohdasta. Mitattu arvo pyöristetään lähimpään mahdolliseen lukuun joita 8-bittisessä äänikortissa on vain 256 kappaletta. 16-bittinen äänikortti mahdollistaa jo 65 536 eri arvoa. Eron kuulee jo selvästi korvalla.

Jos näytteenottotaajuutta nostetaan, kasvaa näytteiden määrä. Molempia arvoja parantamalla saavutetaan parempi ja luonnollisempi ääni.



Kuva: Eri resoluution ja näytteenottotaajuuden merkitys.

Yllä olevassa kuvassa näet karkealla tarkkuudella esitetyt mallit, miten resoluutio ja näytteenottotaajuus vaikuttavat äänen digitointiin. Mitä pienemmät arvot ovat, sen harvemmin ja vähemmän tietoa ääniaallosta tallennetaan.

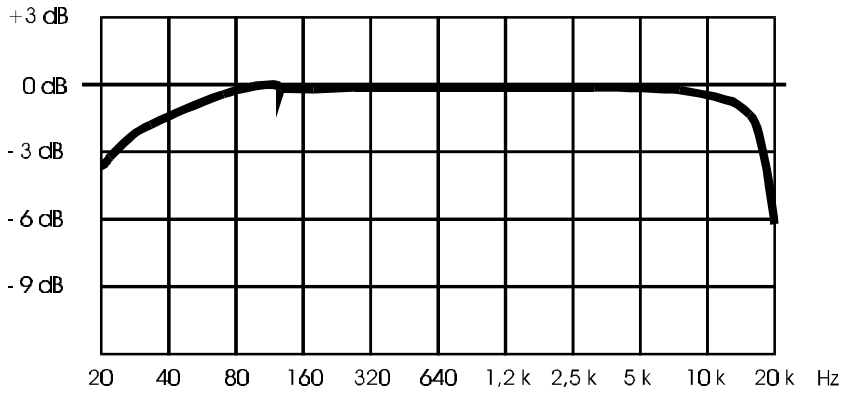
Huomaa, että resoluutiota ja näytteenottotaajuutta nostamalla kasvaa myös äänitiedoston koko. Esimerkiksi 8-bittinen ja 11 kHz taajuudella tallennettu tiedoston koko on 200 kt. Vastaava koko 16-bittisenä 44 kHz taajuudella on jo 1600 kt. Tiedoston kokoero on melkoinen.

Taajuusvaste

Taajuusvastearvo esiintyy usein äänikorteista puhuttaessa. Taajuusvaste ilmoittaa kuinka matalia ja korkeita ääniä äänikortti pystyy toistamaan. Muuntimen näytteenottotaajuus ja kortin laatu vaikuttavat tähän arvoon.

Taajuusvastekäyrä ilmaisee kuinka hyvin kortti pystyy toistamaan sillä tallennetun alkuperäisen signaalin. Mitä suorempi käyrä on, sitä parempi on kortin toistovaste.

Seuraavassa kuvassa on tyypillisen PC-äänikortin taajuusvastekäyrä. Alimmat ja ylimmät taajuudet eivät toistu kunnolla, joka näkyy siitä, että käyrä putoaa voimakkaasti alle 0 dB:n. Hyvä toistoalue on 'vain' 80 Hz - 8 kHz alueella. Ääni siis vaimentuu alle 80 Hz ja yli 80 kHz taajuuksilla, verrattuna alkuperäiseen ääneen.



Kuva: Tyypillinen taajuusvastekäyrä.

Hiukan paremmissa äänikorteissa hyvä toistoalue alkaa 30 hertsistä päätyen lähes 20 kilohertsiin.

Dynamiikka

Dynamiikan avulla nähdään hiljaisimman ja voimakkaimman äänen ero, joka kortti pystyy käsittelemään. Dynamiikkaan vaikuttaa kortin resoluutio ja sitä kuvataan dB-arvolla, joka ilmoittaa heikoimman ja voimakkaimman erotettavan signaalin eron desibeleinä.

16-bitin äänikortilla voidaan ottaa 65 536 erilaista jännitearvoa. Suurin mahdollinen dynamiikka-arvo on 96 dB. Todellisuudessa korttien dynamiikka on huonompi, johtuen kohinasta ja komponenttien laaduista. Lähes kaikki 16-bittiset äänikortit pystyvät kuitenkin yli 90 db:n lukemaan. 8-bittisellä äänikortilla dynamiikka on noin 72 dB.

Muisti

Hyvissä äänikorteissa on yleensä sekä ROM- että RAM-muistia. Molemmat ovat varsin tarpeellisia hyvien äänien tuottamiseen.

- ROM-muistissa tiedot pysyvät tallessa vaikka virta katkeaa. Sinne onkin valmistusvaiheessa tallennettu WaveTable-synteesin ääninäytteet. Näiden näytteiden avulla MIDI-kappaletta toistettaessa muodostetaan hienolta kuulostava musiikkikappale.

- RAM-muistia tarvitaan omien äänien tallentamiseen. Huomaa, että virrankatkaisu poistaa aina kaikki tiedot RAM-muistista. Tiedot pitää tallettaa uudestaan mikron käynnistyksen jälkeen.

Halvoissa FM-korteissa ei ole ROM-muistia, koska ääni muodostetaan sinioskillaattorien avulla tietyn kaavan mukaan. Ääninäytteitä ei siis ole.

Joistakin äänikorteissa saattaa olla vain RAM-muistia, jolloin ääninäytteet on ladattava muistiin. Vasta sen jälkeen MIDI-kappaleet kuulostavat oikeilla soittimilla soitetuilta.

Viimeisenä vaihtoehtona on pelkkää ROM-muistia sisältävät äänikortit, joka on se yleisin ryhmä. Ääninäytteet ovat ROM-muistissa, mutta itse ei ääninäytteitä voi kortille tallettaa.

Emulointi

Eräs merkittävä asia äänikorttia hankittaessa on sen yhteensopivuus tunnettuihin jo kauan markkinoilla olleisiin äänikortteihin. Mikäli hankittava äänikortti on Sound Blaster -yhteensopiva, ei ohjelmallisessa tuessa yleensä tule ongelmia vastaan. Sound Blasterin ohella toinen tunnettu standardi on Adlib, joka ei kuitenkaan tarjoa yhtä kehittyneitä ominaisuuksia kuin Sound Blaster.

Mikä tarkoittakaan tämä varsin usein esiintyvä sana: emulointi. Se merkitsee sitä, että tietty laite pystyy toimimaan myös toisen laitteen ohjeilla. Esimerkiksi äänikortti pystyy toteuttamaan toiselle äänikortille tehdyt tehtävät.

Yleisin äänikortti kautta aikain varsinkin pelipuolella on ollut Sound Blaster. Oikeastaan kaikki pelit toimivat Sound Blasterin kanssa. Tämän takia Sound Blaster -emulointia tarvitaan suhteellisen usein ja se onkin oikeastaan välttämätön. Tällöin puhutaankin Sound Blaster -yhteensopivasta äänikortista.

Mutta, miksi peleistä sitten ei löydy tukea kaikille äänikorteille? Syy on varsin yksinkertainen. Laiteohjaimien teko kaikille äänikorteille maksaa pelintekijälle suhteettoman paljon eikä se siksi ole kannattavaa. Äänikorttien valmistajat eivät taas ala tekemään kymmenille tuhansille peleille laiteohjaimia. He tekevät mieluummin äänikortin yhteensopivaksi esim. Sound Blasterille, jonka ansiosta äänet kuuluvat peliohjelmista. Lisäksi äänikortit uusiutuvat niin nopeasti, että seuraava versio kyseisestä äänikortista ei enää välttämättä toimisikaan vanhemmalla laiteohjaimella. Tämän takia vain yleisimpien äänikorttien tuki löytyy ohjelmista.

Windows on tietenkin poikkeus ja se tulee parantamaan äänipuolella monta asiaa. Äänikortin valmistaja tekee Windowsille laiteohjaimen ja jokainen Windows-ohjelma osaa silloin käyttää kyseistä äänikorttia. Erillisiä laiteohjaimia ei enää tarvita. Pelejä ei vain ole Windosille vielä(kään) montakaan. Ympäristö on ollut liian hidas monimutkaisille nopeutta vaativille peleille. Windows 95 tulee parantamaan tässä suhteessa tilannetta.

Huomaa, että emulointi vaatii toiset keskeytykset ja osoitteet äänikortin normaalien asetusten lisäksi. Äänikortilla ja emulointiosuudella on siis omat asetukset. Monipuolisesta mikrosta saattavat resurssit helpostikin loppua kesken.

Sound Blasterin resurssiasetukset ovat yleensä

Keskeytys	5	(7)
Osoite	220	(240)
DMA-kanava	1	

Suluissa olevat arvot toiseksi yleisimmät vaihtoehdot.

Monet peliohjelmat vaativat AUTOEXEC.BAT-tiedostossa SET-rivin, joka on oletusarvoilla seuraavanlainen:

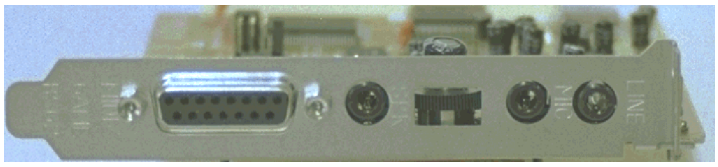
```
SET BLASTER=I5 A220 D1
```

Jos jokin ohjelma, varsinkin DOS-ohjelma, ei löydä äänikorttia, tarkista, että kyseinen asetus on tehty. Myös muut kuin Sound Blaster -äänikortit käyttävät usein tätä asetusta.

Liitännät

Äänikortissa on yleensä seuraavat liitännät:

- Linja sisään *(Line In)*
- Linja ulos *(Line Out)*
- Kaiutin *(Speaker)*
- Mikrofoni *(Microphone)*
- MIDI/peliportti



Kuva: Perustason äänikortin liitännät. Vasemmanpuoleisin on MIDI/peliportti, sitten on kaiutinliitäntä, äänenvoimakkuussäädin, mikrofoni- ja linjatason sisäänmenoliitin.

Linja sisään -liitännän avulla voidaan nauhoittaa ääntä toisesta äänilähteestä. Linja ulos -liitännällä voidaan siirtää ääntä toiseen nauhoituskohteeseen. Kaiutinliitäntään kytketään kaiuttimet ja mikrofoniliitäntään mikrofoni. MIDI/peliporttiliitäntään voidaan kytkeä vain jompi kumpi laite kerrallaan. On olemassa myös haaroituskappaleita, jolloin molemmat voivat olla kiinnitettyinä. Vain yksi kerrallaan voi olla käytössä.

Monissa äänikorteissa on myös CD-ROM-liitäntä, joka on vanhemmissa äänikorteissa valmistajakohtainen (esimerkiksi Panasonic tai Mitsumi) tai uudemmissa yleiskäyttöinen IDE tai SCSI.

Kaiuttimet

Kaiuttimiksi voidaan valita aktiivi- tai passiivikaiuttimet. Yleensä kannattaa valita aktiivikaiuttimet, joissa on oma vahvistin. Tällaiset kaiuttimet vaativat myös erillisen verkkolaitteen. Passiivikaiuttimiksi kutsutaan tavallisia kaiuttimia, joissa ei ole omaa vahvistinta.

Jos omistat hyvälaatuiset passiivikaiuttimet ja kytket ne erilliseen vahvistimeen, joka on kytketty äänikorttiin, saadaan paras äänen laatu. Lisäksi vahvistimesta on helppo muuttaa äänen voimakkuutta ja muita säätöjä.

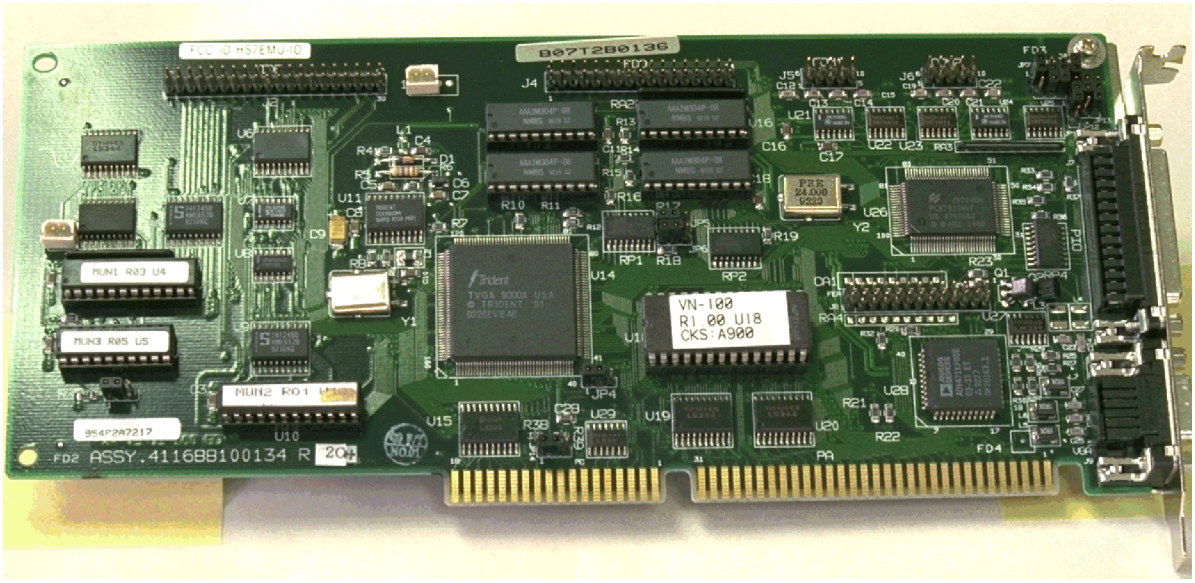
Multi I/O -kortti

Multi I/O -korttia sisältää yleisimmät liitännät tärkeille oheislaitteille ja porteille. Kortti kytketään vapaaseen korttipaikkaan ja jumppereilla asetetaan halutut ominaisuudet käyttöön.

Multi I/O -kortti yleisimmin sisältää:

- IDE-kiintolevyohjaimen
- Levykeasemaohjaimen
- Kaksi sarjaporttia (valittavissa COM 1 - COM 4)
- Kaksi rinnakkaisporttia (valittavissa LPT 1 - LPT 2)
- Peliohjainportin

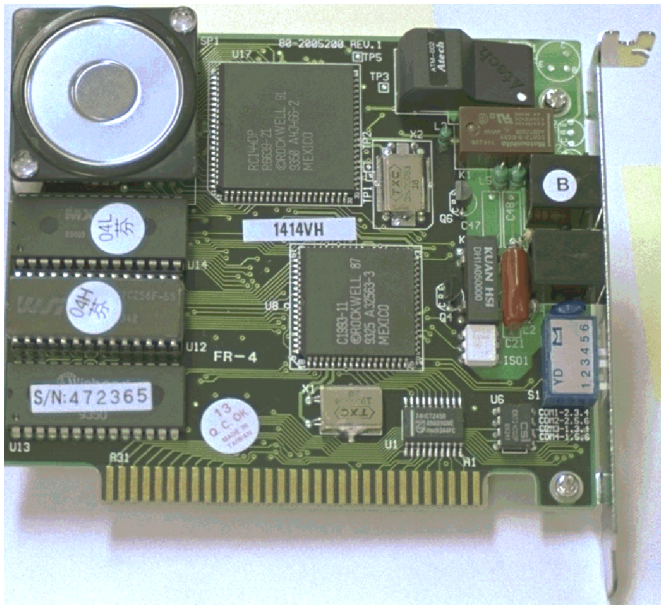
Multi I/O -kortin hintataso on noin 100 - 500 markkaa riippuen laadusta ja käytettävästä väylästä (lähinnä ISA- tai paikallisväylä). Kaapelit sisältyvät yleensä hintaan.



Kuva: Multi I/O -lisäkortti, joka sisältää levykeasemaohjaimen, IDE-kiintolevyohjaimen sekä sarja- ja rinnakkaisportit.

Modeemi ja faksi

Modeemi *(Modem)* on ehkä ensimmäisiä mikron hankinnan jälkeen hankittavia lisäkortteja. Tulevaisuudessa niiden myynnin uskotaan säilyvän edelleen merkittävänä erilaisten sähköisten palveluiden yleistyessä ja kustannusten laskiessa. Nykyaikainen modeemi toimii paitsi perinteisenä tietoliikennöintilaitteena myös faxina. Jotkut modeemimallit toimivat myös puhelinvastaajana.



Kuva: 8-bittinen ISA-väyläinen modeemikortti.

Modeemit voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- Tietoliikennemodeemi
- Faksimodeemi
- Voice-faksimodeemi

Lisäksi modeemi voi olla fyysisesti joko

- Ulkoinen *(External Modem)*
- Sisäinen *(Internal Modem)*.

Ulkoisen modeemin etuna on sen kuljetettavuus ja toisaalta sen merkkivaloista voi päätellä mahdollisen virhetilanteen. Samoin ulkoinen modeemi ei varaa omaa korttipaikkaa mikron sisältä, koska se liitetään sarjaliikenneporttiin.

Ulkoisen modeemin haittapuolena on kalliimpi hinta ja virransyöttö eli se vaatii oman muuntajan. Poikkeuksena ovat kannettaviin mikroihin tarkoitetut modeemit, jotka voivat ottaa virran joko mikron sarjaportista, omasta paristosta tai verkkolaitteesta.

Sisäinen modeemi ei vie pöytätilaa eikä tarvitse omaa muuntajaa. Haittapuolena on sen irrottaminen sitä muualla tarvittaessa sekä merkkivalojen puuttuminen. Hinnaltaan sisäinen modeemi on aina muutama sata markkaa vastaavaa ulkoista edullisempi.

Faksimodeemi

Nykyisin modeemien yhteyteen on sisällytetty faksiominaisuus *(Fax)*. Tällöin samalla kortilla/laitteella voidaan lähettää ja vastaanottaa puhelinverkkoa pitkin saapuvia fakseja. Laadullisesti mikropohjaisella faksilla saavutetaan parempi jälki kuin erillisellä ei tietokonepohjaisella faxlaitteella.

Faksien lähetykseen ja vastaanottamiseen tarvitaan faksiohjelma. Yksinkertainen ohjelma, joka useimmille riittääkin, seuraa lähes aina faksimodeemin mukana. Ohjelma voi olla korttikohtainen tai yleinen CAS- tai sarjaporttiin liitettyä faksimodeemia tukeva ohjelmisto. Nykyaikaisimmat faksiohjelmat ovat Windows-pohjaisia ja ne vievät levytilaa useita megatavuja kuten esimerkiksi WinFax Pro. Ohjelmat sisältävät kaikki erillisen faksilaitteen tarjoamat mahdollisuudet tarjoten lisäksi useita kehittyneitä ominaisuuksia kuten tekstin tunnistamisen *(OCR, Optical Character Regognition).*

Tällä hetkellä faksit mahdollistavat 4 800, 9 600, 14 400 ja 28 800 bps siirtonopeudet. Yleisin nopeus on 14 400 bps. Normaalin pelkän tekstiä sisältävän A4-arkin lähettämiseen ei kulu siten kuin 20 - 40 sekuntia. Suuret grafiikkakuvat saattavat hieman hidastuttaa lähetystä/vastaanottoa.

Faksiohjelmat edellyttävät jomman kumman valinnan seuraavista vaihtoehdoista:

- Class 1
- Class 2

Class 1 on vanhempi standardi, jossa faksiohjelma käsittelee lähetettävän dokumentin, jonka faksimodeemi sitten lähettää.

Class 2 -standardissa faksimodeemi käsittelee itse lähetettävän dokumentin. Lisäksi laite käsittelee pakkauksen ja virheiden kontrolloinnin. Tässä standardissa on mahdollista tehdä myös nimimäärityksiä, jotka esim. toinen faksimodeemi tunnistaa. Käytä mieluiten Class 2 -standardia.

Voice-modeemi

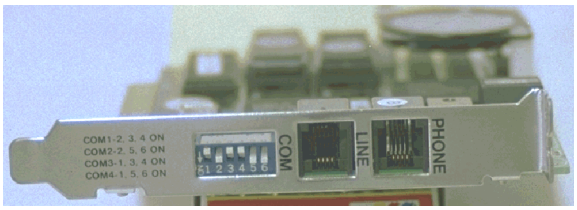
Voice-modeemi on kuin faksimodeemi, mutta lisänä siinä on kaiutin- ja mikrofoniliitäntä sekä äänikortin ominaisuudet. Voicemodeemin etuna on se, että sen avulla voidaan mikroon rakentaa helposti muun muassa puhelinvastaaja. Tähän tarvitaan vain sopivat ohjelmat.

Uudet voice-modeemit voivat siirtää myös puhetta yhtä aikaa tiedonsiirron kanssa.

Voice-modeemin avulla voidaan kaikki puhelintoiminnot yhdistää mikrolle. Etuna tästä on omien puhelinluetteloiden käyttö, automaattisoitot, puhelinvastaaja, ääniposti, faksit ja odotusmusiikkitoiminto.

Liitännät

Modeemin liitännät ovat melko yksinkertaiset. Yleensä korttimodeemin takana olevilla dippikytkimillä määritetään porttiasetukset. Kaksi RJ-11-liitäntää on puhelinverkkoa ja puhelinta varten. Puhelinta ei ole pakko kytkeä, mutta mahdollisuus on valmiina.



Kuva: Modeemikortin liitännät.

Ulkoisessa modeemissa on lisäksi verkkovirtaliitin ja -kytkin. Modeemi tarvitsee 12 voltin tasavirtaista jännitettä, joten muuntaja on oltava välissä.

Voice-modeemissa on lisäksi myös kaiutin- ja mikrofoniliitännät.

Siirtonopeus

Modeemiin liittyy oleellisesti sen siirtonopeus, joka ilmaistaan bitteinä sekuntia kohden *(bps)*.

Tärkeimmät siirtonopeudet ovat:

Tärkeimmät siirtonopeudet ja standardit	
Siirtonopeus (bps)	**Standardi**
300	V.21
1 200	V.22
2 400	V.22 bis
9 600	V.32
14 400	V.32 bis
28 800	V.34
33 600	V.34 bis

Uusin nopeusluokka on 56 kilobittiä sekunnissa. ITU-standardia tästä ei vielä ole, mutta monet valmistajat ovat oman versionsa tuoneet jo markkinoille. 56 kbps nopeus on ainoastaan käyttäjälle päin. Käyttäjältä pois päin toimii 28 kbps nopeus. Tällainen ratkaisu on kehitetty, koska puhelinlinjat eivät muuten mahdollistaisi näin nopeita analogisia lähetyksiä. Tyypillisessä modeemikäytössä, muun muassa Internet, käyttäjälle siirtyvän tiedon nopeus onkin tärkeintä.

Päätelaitenopeus

Päätelaitenopeus tarkoittaa sarjaliitännän ja modeemin välistä nopeutta eikä puhelinlinjalla käytettyä siirtonopeutta. Huomaa, että nykyaikaisilla nopeilla modeemeilla päätelaitenopeus voi olla moninkertainen linjanopeuteen verrattuna. Onkin suositeltavaa asettaa päätelaitenopeudeksi noin neljä kertaa siirtonopeutta suurempi arvo.

Esimerkiksi seuraavat päätelaitenopeudet ovat suositeltavia:

Suositeltava päätelaitenopeus

Siirtonopeus (kbps)	Päätelaitenopeus (kbps)
14,4	57,6
28,8	115,2

Suurien päätelaitenopeuksien käyttäminen edellyttää, että sarjaliitännässä tai modeemissa on tehokas puskurimuistilla varustettu UART-piiri, esimerkiksi 16 bitin puskurilla varustettu 16550A tai 32 bitin puskurilla varustettu 16650. Vanhemmissa sarjaliitännöissä ja halpojen I/O-korttien sarjaliitännöissä UART-piirinä on joko 8250 tai 16450, jotka eivät kunnolla sovellu V.32 bis- ja V.34-modeemeille.

Seuraavassa taulukossa on eri UART-piirien teoreettiset maksiminopeudet:

UART-piirien maksiminopeudet	
UART	**Siirtonopeus (kbps)**
8250	38,4
16450	38,4
16550	115,2
16650	230
16750	460

Tarkista modeemisi nopeus ja UART-piirin tyyppi, jonka jälkeen asetat optimaalisen päätelaitenopeuden.

Baudi

Modeemien yhteydessä puhutaan usein myös baudeista *(baud)*, mikä toisinaan sekoitetaan tiedonsiirtonopeuteen jopa tietoliikenneohjelmissa. Baudi on modulointinopeuden yksikkö. Sekaannus johtuu pitkälti siitä, että vanhoissa 300 bps V.21 -modeemeissa modulointinopeus on 300 baudia. Vertailun vuoksi mainittakoon, että esimerkiksi 14 400 bps V.32 bis -modeemissa modulointinopeus on 2400 baudia.

Virheenkorjaus ja tiedon pakkaus

Virheenkorjaus mahdollistaa huonoilla ja häiriöisillä linjoilla luotettavammat yhteydet. Jos tietolohko muuttuu matkalla, se voidaan korjata, eikä samaa tietoa tarvitse lähettää uudestaan. Jos tietolohko on muuttunut hyvin paljon, on se siinä tapauksessa lähetettävä uudestaan.

Tiedon pakkaus taas pakkaa tiedon ennen linjalle siirtoa. Tällöin toisessa päässä oleva vastaavanlainen modeemi purkaa pakattuna olevan tiedon. Tällä saavutetaan kustannussäästöjä linjakustannuksissa. Normaalisti

kannattaa kuitenkin ennemmin pakata ohjelmallisesti esimerkiksi tunnetun PKZIP-pakkausohjelman avulla lähetettävä data omaan pakettiin, joka PKUNZIP-ohjelmalla toisessa päässä puretaan normaalikokoisiksi tiedostoiksi.

Oheisessa taulukossa on tärkeimmät virheenkorjaus- ja tiedonpakkausstandardit.

V.42	ITU-T:n suositus virheenkorjausmenetelmäksi
V.42 bis	ITU-T:n suositus tiedonpakkausmenetelmäksi, pakkaussuhde 4:1
MNP1 - MNP10	*(Microcom Networking Protocol)*. Joukko virheenkorjaus- ja tiedonpakkausmenetelmiä. Tietokonekäytössä lähinnä vain versioilla 1 - 5 on merkitystä. Mitä suurempi numero, sitä parempi ja tehokkaampi menetelmä on kyseessä.

Joissakin modeemeissa on CID-toiminto *(Caller ID)*, eli soittajan tunnistus. CID-toiminto mahdollistaa ei-toivotuista puhelinnumeroista tulevien yhteydenottojen estämisen. Toiminto edellyttää, että puhelinkeskus tukee sitä ja että toiminto on otettu käyttöön.

Internet

Internet on ollut yksi puhutuimmista tietotekniikkaan liittyvistä asioista viime vuosien aikana. Erityisesti Suomessa Internetin käyttäjien lukumäärä on asukaslukuun suhteutettuna huippuluokkaa.

Internet on maailmanlaajuinen tietoverkkoja ja yksittäisiä modeeminkäyttäjiä toisiinsa yhdistävä tietoliikenneverkko, joka tarjoaa runsaasti erilaisia palveluja.

Internetistä löydät muun muassa:

- Tietoa eri asioista
- Uutisia
- Kuva- ja äänitiedostoja
- Keskustelualueita
- Ohjelmia, laiteohjaimia

Internet-yhteys voidaan muodostaa kiinteänä yhteytenä tai pääteyhteytenä tavallisen puhelinlinjan ja modeemin avulla tai ISDN-liittymänä. Kiinteä yhteys tarkoittaa sitä, että tietokone on liitetty suoraan verkkoon. Tällaista yhteyttä käyttävät yleensä yritykset, organisaatiot ja oppilaitokset. Kiinteän yhteyden etuna on suurempi tiedonsiirtonopeus. Erityisesti kotikäyttäjien yhteydet on yleensä toteutettu puhelinverkon kautta.

Internetiin liitytään yleensä tekemällä sopimus palveluntarjoajan eli ISP:n *(Internet Service Provider)* kanssa. Käyttökustannukset vaihtelevat palveluntarjoajittain sekä sen perusteella, onko veloitusperusteena minuuttivelotus vai kiinteä kuukausimaksu. Satunnaiseen Internet-käyttöön soveltuu paremmin minuuttivelotus, kun taas jo tunnin keskimääräisellä päiväkäytöllä voi kiinteä kuukausimaksu tulla edullisemmaksi.

Internet on vähentänyt BBS-järjestelmien määrää ja useat BBS-järjestelmät ovat ottaneet tuotevalikoimaansa eritasoisia Internet-palveluja esimerkiksi tiedostojen siirtoa ja sähköpostia varten.

Mikäli halutaan käyttää Windows-ohjelmistoja ja WWW-selainta, pitää modeemiyhteys muodostaa SLIP- tai uudempaa PPP-protokollaa tai kiinteää yhteyttä käyttäen. Tunnettuja SLIP- ja PPP-ohjelmistoja ovat esimerkiksi Trumpet for Windows, joka on sharewareohjelma. Windows 95:ssä erillisohjelmat eivät enää ole tarpeellisia. Yhteydenoton ja sisäänkirjoittautumisen jälkeen mikro toimii aivan kuin se olisi verkossa fyysisesti kiinni. Tämän lisäksi tarvitset ohjelman WWW-selailuun. Tunnetuimmat ovat Netscape ja Microsoft Internet Explorer. Sähköpostiin ja uutisryhmien seuraamiseen tarvitset myös omat ohjelmansa.

Internet-yhteyksiä tarjoavat muun muassa paikalliset puhelinyhdistykset kuten TELE sekä eräät kaupalliset yritykset kuten esimerkiksi Eunet Finland. Hinnat vaihtelevat palveluntarjoajien mukaan ja muuttuvat kilpailutilanteen mukana. Yleensä yhteyttä hankittaessa on maksettava tietty aloitusmaksu, jonka jälkeen käytöstä veloitetaan säännöllinen kiinteä summa tai minuuttimaksu. Jotkut palveluntarjoajat sallivat rajattoman käyttöajan kiinteällä kuukausimaksulla.

Jokainen verkkoon liitettävä tietokone yksilöidään omalla IP-osoitteella. IP-osoite on 32-bittinen, neljästä pisteillä erotetusta luvusta koostuva numerosarja, joka yleensä korvataan selväkielisellä osoitteella. Esimerkiksi 123.211.111.15 saattaisi olla vaikkapa unix.kone.firma.fi. Tavallisilla modeemikäyttäjillä IP-osoite generoidaan yleensä dynaamisesti jokaisen sisäänkirjoittautumisen yhteydessä eikä se siten ole aina sama.

IP-osoitteen viimeiset kaksi tai kolme kirjainta ilmoittavat maakoodin. Esimerkiksi Suomi on fi, Ruotsi on se ja Italia on it. Merkittävän poikkeuksen tekee USA, jossa erilaiset verkkolyhenteet muodostavat loppukirjaimet. Esimerkiksi com tarkoittaa kaupallista verkkoaluetta ja net verkkohallinnan verkkoaluetta.

URL-osoite *(Uniform Resource Locator)* määrittelee Internetissä käytössä olevan palvelun osoitteen kuten esimerkiksi WWW-sivun tai tiedoston ftp-palvelimella. Esimerkiksi http://www.satku.fi on Suomen Atk-kustannuksen kotisivu ja http://www.intel.com on Intelin kotisivu.

Sähköpostin avulla voidaan lähettää viestejä ja tiedostoja toiselle henkilölle. Sähköpostiosoite on yleensä muotoa etunimi.sukunimi@kone.organisaatio.maa, mutta se voi olla lyhyempikin.

Uutisryhmät sisältävät tuhansia keskusteluryhmiä, joissa voi olla myös alaryhmiä. Suomenkielellä voidaan keskustella sfnet-alkuisissa ryhmissä. Kansainvälisillä alueilla keskustelukielenä on englanti.

Postituslistat ovat keskusteluryhmiä, jotka toimivat sähköpostin välityksellä.

Telnetin avulla Internetiin kytketyltä koneelta voidaan muodostaa pääteyhteys toiseen koneeseen. Telnet mahdollistaa esimerkiksi UNIX-komentojen suorittamisen etätietokoneessa.

FTP:tä *(File Transfer Protocol)* käytetään tiedostojen siirtoon Internetissä.

IRC *(Internet Relay Chat)* on palvelu, jonka avulla kaksi tai useampi käyttäjää voivat olla reaaliaikaisessa keskusteluyhteydessä.

Erikoisempia palveluja ovat ääniyhteyksiin tarkoitetut Internet-puhelimet sekä erilaiset radio- ja videokuvapalvelut. Vanhempia ja nykyisin harvemmin käytettyjä palveluja ovat **Archie**, jolla paikannetaan tiedostoja niin sanotuista anonyymipalvelimista; **Gopher**, joka on valikkopohjainen hajautettu tietopalvelu sekä **WAIS**, jossa tietoa etsitään tietokannoista avainsanojen perusteella.

ISDN

ISDN *(Intergrated Services Digital Network)* on digitaalinen liittymä, jonka avulla päästään nopeampiin yhteyksiin kuin puhelinverkon ja modeemin avulla. Kolmas linjavaihtoehto olisi kiinteät kaapelit, mutta yksityisille ja pienille yrityksille ne olisivat liian kalliita.

Euroopassa olevaa ISDN-liittymää kutsutaan nimellä Euro-ISDN erotuksena muualla maailmassa olevista määrittelyistä.

ISDN-linjan käyttämiseen vaaditaan, että puhelinliittymä voidaan muuttaa digitaaliseksi. Tilaajalle tulee myös verkkopääte, joka mahdollistaa linjojen kytkemisen ISDN-laitteesta. Laite voi olla esimerkiksi ISDN-puhelin tai mikroon asennettava ISDN-kortti.

Päätyypit

ISDN-liittymiä on kaksi päätyyppiä:

- Perusliittymä (BRI, 2B+D)
- Järjestelmäliittymä (PRI, 30B+D)

BRI *(Basic Rate Interface)* -perusliittymää käytetään yleensä kotiliittymänä ja pienehköissä yrityksissä. BRI:n verkkopäätteessä on yleensä kaksi RJ-11-liitäntää analogisille laitteille ja RJ-45-liitäntä ISDN-kortille.

BRI-liittymässä on kaksi B-kanavaa, jotka siirtävät ääntä tai tietoa sekä D-kanava, jota käytetään merkinantotehtäviin. B-kanava pystyy siirtämään tietoa 64 ja D-kanava 16 kilobittiä sekunnissa.

B-kanavia voidaan eräissä tilanteissa käyttää yhtä aikaa, jolloin siirtonopeus on 128 kilobittiä sekunnissa. On syytä huomata, että kahta linjaa käytettäessä yhtä aikaa myös puhelinlasku on kaksinkertainen. Molempia linjoja laskutetaan erikseen. Sama koskee esimerkiksi tietolinjan ja puhelimen yhtäaikaista käyttämistä.

PRI *(Primary Rate Interface)* sisältää 30 kanavaa, joten se on tarkoitettu suuremmille yrityksille. 30 B-kanavaa ja yksi D-kanava ovat kukin 64 kbps nopeuksisia.

Väylät

U-väylä on ISDN-puhelinkeskuksen ja verkkopäätteen välillä kulkeva johdotus. Se toteutetaan yhdellä balansoidulla kierretyllä parilla. Väylä on kaksisuuntainen ja siinä kulkee B- ja D-kanavien tieto, synkronointi- ja ylläpitoviestit.

S_0-väylä on verkkopäätteen ja ISDN-laitteiden välillä kulkeva johdotus. ISDN-laitteille johdon liittiminä on RJ-45 ja analogisille laitteille RJ-11.

Analoginen laite

Kun ISDN-liittymään halutaan liittää analogiseen verkkoon tarkoitettu laite, kuten esimerkiksi tavallinen puhelin tai modeemi, liitetään ISDN-liittymän ja analogisen laitteen väliin a/b-sovitin. Tämän avulla analogiset signaalit saadaan ISDN-yhteydelle sopiviksi.

Huomaa, että ISDN-puhelin voidaan kytkeä suoraan verkkopäätteeseen.

Puheen siirrossa ääni digitoidaan a-law-standardin mukaiseksi PCM-koodaukseksi. Tuloksena on 64 kbps tietovirta, joka siirretään yhtä B-kanavaa myöten.

Peliohjain

Mikäli mikroon halutaan liittää peliohjain (*Joystick*), pitää se liittää sitä tarkoitusta varten olevaan peliohjainporttiin. Peliohjainportin voi hankkia erillisenä, mutta usein se sisältyy äänikorttiin tai Multi I/O -korttiin.

Peliohjainliittimeen voidaan liittää kaksi peliohjainta sopivan kaapelin tai sovitinrasian avulla. Äänikortin peliohjainliittimeen on yleensä integroitu myös MIDI-liitäntä.

Huomaa, että vanhat kotimikroissa käytettävät peliohjaimet (Commodore, Sinclair) eivät toimi PC:ssä, koska ne ovat digitaalisia. PC-mikro tarvitsee analogisen peliohjaimen.

Kuva: Peliohjain eli joystick.

Peliohjaimia on useita erimuotoisia ja erilaisia käyttötavaltaan, mutta niitä on myös täysin erilaisia tyypiltään. Autopeleihin on saatavilla rattiohjaimia kaasupolkimineen ja lentosimulaattoriin on myös omanlaisensa ohjain.

Peliohjainliitännän pinnien merkitykset on kerrottu luvussa Liitännät/Peliohjainliitäntä.

Kuvanlukija

Kuvanlukijalla *(Scanner)* saadaan luettua (skannattua) kuva digitaaliseen muotoon. Digitaalista kuvaa voidaan mikrossa muokata (parantaa, muuttaa, yhdistää) ja liittää ohjelmiin tai tallentaa tiedostoksi.

Kuvalukijoita on erilaisia niin rakenteeltaan, kuin nopeus-, väri-, tarkkuus- ja laatuominaisuuksiltaankin. Tässä luvussa annamme yleiskuvan erilaisista vaihtoehdoista kuten myös ominaisuuksista ja tekniikoista.

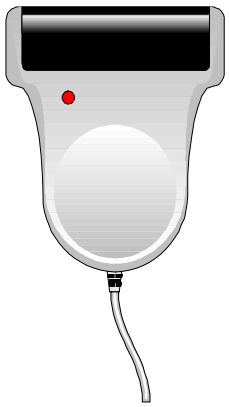
Kuvanlukijaryhmät

Kuvanlukija liitetään mikroon oman liitäntäkortilla tai SCSI-liitännällä. Kuvanlukijat voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

- Käsikuvanlukija (*Hand Scanner*)
- Rullakuvanlukija (sivukuvanlukija, *Page Scanner*)
- Tasokuvanlukija (*Flatbed Scanner*)
- Rumpukuvanlukija (*Drum Scanner*)

On olemassa myös kamerakuvalukijoita, joita käytetään kolmiulotteisten kuvien skannaamiseen. Katso luku Oheislaitteet/Digitaalikamera.

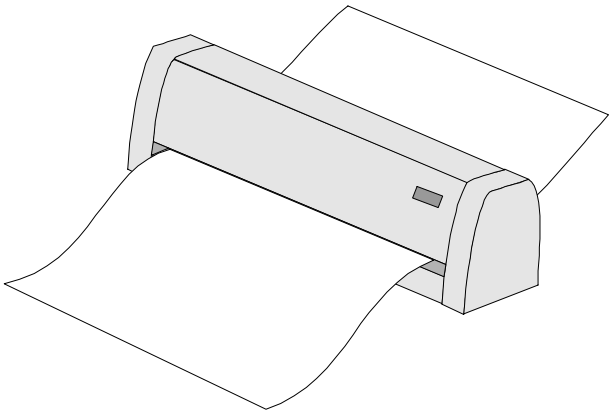
Käsikuvanlukija on tarkoitettu pienten kuvien ja logojen lukemisen. Se on kooltaan noin 15 x 15 cm, ja kuvanlukualue on noin 10 cm. Käsikuvanlukijaa liikutetaan hitaasti luettavan materiaalin yli. Jos liikuttaminen tapahtuu liian nopeasti, lukukoneisto ei pysy mukana ja tietoa häviää. Useimmissa käsikuvanlukijoissa onkin merkkivalo, joka syttyy kun nopeus on nousemassa liian suureksi.



Kuva: Käsikuvalukija

Käsikuvanlukijoita on niin mustavalko-, harmaasävy- kuin väriversioina. Niillä luettu kuva ei ole laadultaan kovin hyvä, mutta moniin tarkoituksiin varmasti riittävä. Hinta on tässä sarjassa kohtuullisen edullinen.

Rullakuvanlukija eli sivukuvanlukija on hieman A4-arkkia leveämpi, mutta vain muutamia senttimetrejä syvä ja korkea. Niissä maksimissaan A4-kokoinen kuva syötetään koneiston läpi, joka vetää sen itse oikealla nopeudella ja lukee muistiin.

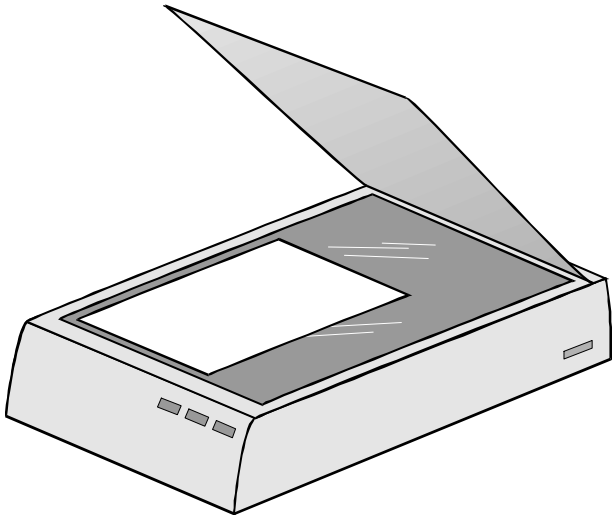


Kuva: Rullakuvanlukija

Suurin osa rullakuvanlukijoista on harmaasävyversioita, joskin esimerkiksi Logitechillä on värimalli. Rullakuvanlukijat saattavat olla käsikuvanlukijoitakin huonompia kuvanlaadultaan, varsinkin eri sävyissä. Niitä ei

olekaan suunnattu valokuvien lukuun, vaan tekstidokumenteille. Luettu teksti voidaan sitten faksata, tulostaa tai muuntaa graafiset kirjaimet tekstimuotoon. OCR- eli tekstintunnistusohjelma onkin lähes poikkeuksetta rullakuvanlukijan mukana. Rullakuvanlukija on selvästi kalliimpi kuin käsikuvanlukija.

Tasokuvanlukija on kuin pieni kopiokone. Siinä luettava materiaali laitetaan valokannen päälle, jolloin kuvanlukija lukee kuvan. Luettava materiaali voi olla A4-kokoinen tai jopa suurempi mallista riippuen. Koneisto liikkuu lasikannen alla automaattisesti oikealla nopeudella.



Kuva: Tasokuvanlukija

Tasokuvanlukijan etuina on tarkka koneisto, ja luetun kuvan laatu on erittäin hyvä. Tasokuvanlukijat ovat hieman kalliimpia kuin rullakuvanlukijat.

Joihinkin tasokuvanlukijoihin voidaan hankkia lisälaitteena diakuvien lukulaite diojen lukuun sekä arkinsyöttölaite suurten arkkimäärien lukuun. Tällöin on usein kyseessä tekstisivujen luku, jotka muunnetaan tekstintunnistusohjelmalla *(OCR, Optical Character Recognition)* tekstimuotoon. Sen jälkeen luetut sivut ovat muokattavissa tekstinkäsittelyohjelmassa.

Rumpukuvanlukijalla luetaan suuria kuvakokoja, ja sivujen on oltava irrallisia. Sivu laitetaan rummun päälle, joka pyörittää paperia lukutahtiin. Kuvanlukunopeus ja -laatu ovat erittäin hyviä. Hinta on huomattavasti suurempi kuin muilla kuvanlukijoilla.

Toiminta

Kuva saadaan luettua tietokoneelle käyttämällä hyväksi kuvasta heijastavaa valoa. Kuva voidaan lukea kahdella eri menetelmällä.

- Käytetään valkoista valoa ja RGB-suotimia sensorissa, jolloin kuvanluku onnistuu yhdellä lukukerralla.

- Kuva luetaan kolme kertaa käyttäen joka lukukerralla eri väristä valoa: punaista, vihreää ja sinistä.

Yhdellä lukukerralla saavutettu luku on yleensä noin kolme kertaa nopeampi, ja sitä menetelmää käytetäänkin kaikissa uusissa kuvanlukijoissa.

Tietynvärisen suotimen läpimennyt valo näyttää vain sen värisen valon eri voimakkuusarvot. Eli, jos käytetään punaista suodinta, saadaan mitattua kuvasta punaisen päävärin valon voimakkuusarvot. Kun kaikilla päävärеillä on tehty mittaukset, saadaan jokaisen pisteen arvot muistiin. Täysvärikuvassa jokaisella päävärillä on 256 eri arvoa, ja se mahdollistaa 16 miljoonaa eri väriyhdistelmää.

Kuvasta heijastuneen valon intensiteetti siis tutkitaan ja se käännetään eri jännitearvoiksi. Mitä vaaleampi kuvan kohta on kyseessä, sitä enemmän se heijasta takaisin valoa ja sitä suurempi tulee jännitearvosta.

Eri jännitearvot muunnetaan digitaalisessa muuntimessa binääriarvoiksi, joita tietokone käyttää. Eri arvot vastaavat eri värisävyjä ja kuva näyttää alkuperäiseltä.

Useat kuvanlukijat käyttävät valontunnistukseen CCD-sensoria *(Charge Coupled Device)*, joka koostuu monista valoherkistä elementeistä. Elementit on järjestetty kapeaan ja pitkään riviin. Mitä enemmän elementtejä on käytettävissä, sitä suurempaan kuvatarkkuuteen päästään.

Jos kuvanlukijan leveys on 21 cm ja tarkkuus 300 dpi, on elementtien lukumäärä silloin 21/2,54*300 = 2 480 kappaletta.

CCD-sensori on kuitenkin usein pienempi kuin A4-arkin leveys, jolloin luettu valo fokusoidaan linssien avulla kapeammaksi kaistaksi.

Kun CCD-sensori on paikallaan, voidaan lukea kuvasta yksi pisterivi. Kun sensoria liikutetaan hieman, voidaan lukea seuraava. Sensoria liikutetaan siis koko kuva-alueen läpi, jolloin se saadaan luettua muistiin.

Jos sensoria liikuttava askelmoottori on hyvin tarkka, päästään pystysuunnassa helposti parempaan tarkkuuteen kuin mitä sensori mahdollistaa leveyssuunnassa. Tämän johdosta joissakin kuvanlukijoissa on maksimitarkkuutena esimerkiksi 300x600 dpi. Tällöin askelia on puolet tiheämmässä kuin valoherkkiä elementtejä sensorissa.

Liitännät

Käsi- ja rullakuvanlukijat liitetään mikroon yleensä omalla ohjainkortilla. Rullakuvanlukijoissa yleistyvä trendi on rinnakkaisporttiin liittäminen. Monissa tapauksissa mukana tulee portin jakokappale, jolloin kirjoitin voi olla aina kytkettynä. Yhtä aikaa molempia laitteita ei tietenkään voi käyttää.

Taso- ja rumpukuvanlukijat liitetään yleensä SCSI-korttiin. Tällöin asentaminen on varsin vaivatonta ja säästää mikron resursseja.

Tarkkuus

Kuva voidaan lukea eri tarkkuuksilla. Mitä suurempi tarkkuus, sitä tarkemmalta kuva näyttää ja sitä enemmän sitä voidaan suurentaa tarkkuuden kärsimättä. Suurempi tarkkuus vaatii kyllä myös enemmän tilaa.

Tarkkuutta mitataan dpi-arvolla *(Dots Per Inch)* eli pistettä tuumaa kohti.

Esimerkiksi kymppikuvan koko täysvärisenä eri tarkkuuksilla vaihtelee seuraavasti:

	100 dpi	**200 dpi**	**300 dpi**	**600 dpi**
10x15 cm kuva	0,7 Mt	2,8 Mt	6,1 Mt	24 Mt

Huomaa, että tarkkuuden kaksinkertaistuessa kuvan koko nelinkertaistuu. Kuva kannattaa lukea maksimissaan sillä tarkkuudella, jota tullaan käyttämään. Laske siihen vielä hiukan varmuusvaraa päälle.

Jos tekstintunnistusta käytetään, kannattaa käyttää pienimmillään 300 dpi:n tarkkuutta. Tällöin kuva luetaan mustavalkoisena, joten A4-kuva vie vain yhden megatavun tilaa.

Värit

Värivaihtoehtoja on useita, mukaanlukien mustavalkovaihtoehdot. Vaihtoehdot vaativat bittejä yhtä kuvayksikköä kohti seuraavasti:

	Bittejä
Mustavalko	1
16 harmaasävyä	4
256 harmaasävyä	8
256 väriä	8
65 000 väriä	16
16 milj. väriä	24

Mitä enemmän bittejä, sitä enemmän tilaa kuva vaatii. Seuraavassa taulukossa kymppikuvan koko on esitetty eri väri- ja tarkkuusarvoilla.

10x15 cm kuva	100 dpi	200 dpi	300 dpi	600 dpi
Mustavalko	29 kt	113 kt	258 kt	1 Mt
256 väriä	0,2 Mt	0,9 Mt	2 Mt	8 Mt
10x15 cm kuva	0,7 Mt	2,8 Mt	6,1 Mt	24 Mt

Valokuvat kannattaa aina lukea 24-bittisenä, jolloin värit näyttävät hyviltä. Tällöin voidaan tarvittaessa väriarvoja vähentää, mutta värien lisääminen vähäväriseen kuvaan onkin mahdotonta.

TWAIN

TWAIN on ratkaisu, jolla eri kuvankäsittelyohjelmat voivat käyttää erilaisia kuvanlukijoita suoraan. Asennetaan vain TWAIN-yhteensopiva kuvanlukija, ja kaikki TWAINiä tukevat ohjelmat voivat heti käyttää kuvanlukijaa.

Kun TWAIN-kuvanlukija on asennettu, näkyy Acquire-toiminto File-valikossa. Sen avulla kuva saadaan luettua kuvanlukijalta suoraan kyseiseen ohjelmaan. Toiminto tulee näkyviin vain kuvankäsittely- ja muihin vastaaviin ohjelmiin, joihin on rakennettu TWAIN-tuki.

Ohjelmat

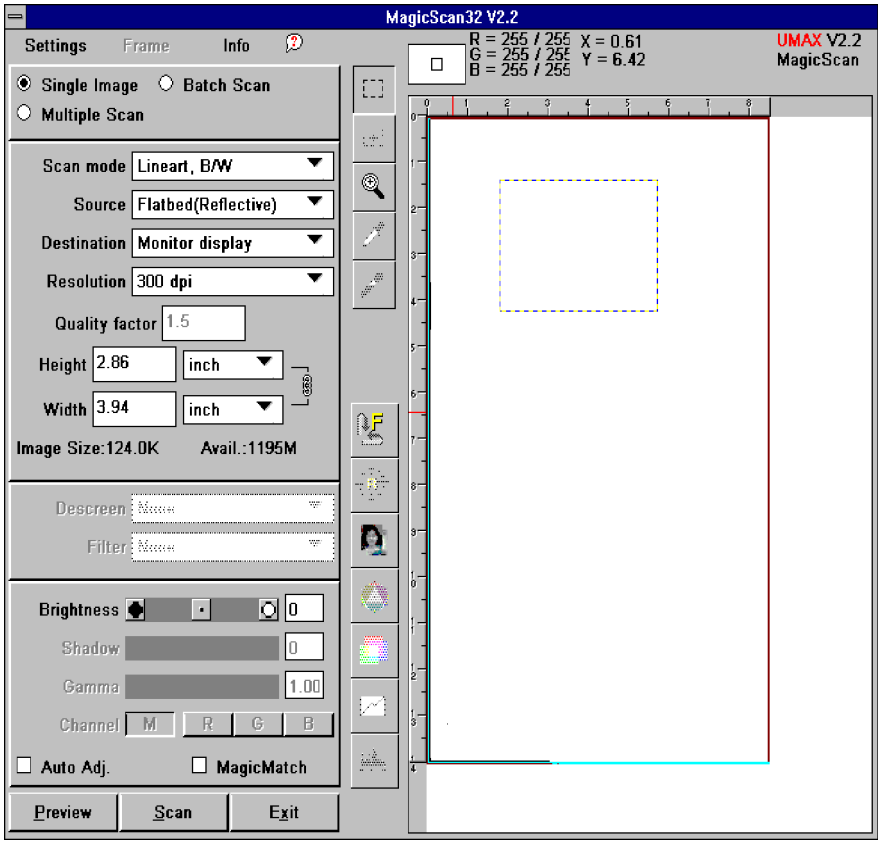
Käytettävä ohjelma vaikuttaa ratkaisevasti skannatun kuvan laatuun, kuten itse kuvanlukijan tasokin. Kuvanlukijaa hankittaessa kannattaa varmistaa vähintään 256 harmaasävyn tai 16,7 miljoonan värin ja 300 DPI:n (*Dots Per Inch, erottelutarkkuus*) taso. Edullisimmillaan käsikuvanlukijoita saa alle 500 markalla ja tasokuvanlukijoita alle 3 000 markalla.

Taso- ja rumpukuvanlukijoissa on yleensä monipuolisemmat ja paremmat kuvanlukuohjelmat. Niissä voidaan vaikuttaa muun muassa kuvan koon skaalaukseen ja rasteroidun kuvan parantamiseen luettaessa. Rasteroituun kuvaan tulee helposti Moire-ilmiö, jos sitä ei muokata luettaessa. Tasokuvanlukijassa on myös helpompi valita luettavan kuvan koko ja kohta paperiarkilta.

Kuvanluvun perussäädöt ovat yleensä seuraavat:

- Kuvan koko ja paikka
- Valoisuus
- Kontrasti
- Värit (mustavalkoinen, harmaasävy, värillinen)
- Valoisimman ja tummimman kohdan säätö kuvassa
- Gamma-käyrä
- Luettavan kuvan tyypin valinta (paperi, kalvo)
- Resoluutio (esim. 100 - 1 200 dpi)
- Skaalaus (esim. 50 - 400 %)

Määritykset riippuvat käytettävästä ohjelmasta. Kun määritykset on tehty, näyttää ohjelma yleensä kuvan koon ja jäljellä olevan muistimäärän. Tällöin voidaan vielä tehdä tarvittavia muutoksia.



Kuva: Kuvanlukijan lukuohjelman säädöt.

Digitaalikamera

Digitaalikameralla voidaan ottaa kuvia aivan kuin tavallisellakin kameralla. Erona on se, että ei käytetä filmiä, vaan kuva siirretään suoraan digitaaliseen muotoon kameralla olevaan muistiin. Kameramallista riippuen kuva voidaan siirtää levyllä tai kaapelin välityksellä mikroon käsiteltäväksi.

Kuva: Digitaalikameran takaosa, jossa avatun luukun takaa näkyy muistikortti.

Digitaalisia kameroita valmistavat muun muassa Kodak, Canon, Logitech ja Casio. Kameroiden laatutaso vaihtelee hyvin paljon kuten myös niiden hinnatkin. Edullisimmat kamerat ovat muutaman tonnin luokkaa, kun kalliimpi pää ylittää sata tuhattakin markkaa.

Edullisimmat kamerat osaavat kuvata vain harmaasävyillä ja niiden kuvakootkin ovat hyvin pieniä. Kuvakokona voi olla esimerkiksi 496x360 pistettä ja kuvia voidaan ottaa kameran muistiin 32 kappaletta. Valmiit kuvat siirretään mikrolle sarjakaapelia käyttämällä yleisimmissä kuvamuodoissa.

Seuraava porras on edulliset väridigitaalikamerat. Kuvien määrä on 4 - 96 kappaletta, eli vaihteluväli on hyvin suuri. Tarkkuutena on keskimäärin 320x240 - 640x480.

Kalliimmat digitaalikamerat ovat pokkari- tai järjestelmäkameroita. Järjestelmäkameraan voidaan vaihtaa objektiiveja. Niissä kuvatarkkuudet ovat keskimäärin 800x600 - 1024x768. Kuvien määrät vaihtelevat 5 - 100 kappaleen välillä.

Digitaalikameroissa on joko optinen tai LCD-etsin. Optinen etsin on vastaavanlainen kuin tavallisessa kamerassa.

Joissakin malleissa kuvaa voidaan katsella kameran LCD-panelista ennen muistiin viemistä. Muistista voidaan myöhemmin myös poistaa tarpeettomia kuvia, jolloin saadaan otettua vielä se tärkeä kuva.

Salamavalo on yleinen vasta kalliimmissa digitaalikameroissa. Ilman salamaa on tyydyttävä vain valoisan päivän otoksiin.

Kuvan laatu

Digitaalikameralla otetun kuvan lopullinen laatu on useiden seikkojen summa. Laatuun vaikuttavat

- Kuvatarkkuus, eli kuinka monta pistettä kuvassa on. Joissakin kameroissa kuvatarkkuus voidaan valita.
- Kameran laatu, eli miten hyvin värit toistuvat kuvassa.
- Pakkaustapa, eli kuinka paljon tietoa häviää tiiviin pakkauksen takia. Joissakin kameroissa pakkaustiheys on valittavissa. Kameran muistin määrä ja kuvien koko ratkaisevat kuinka monta kuvaa kameran muistiin mahtuu.

Useissa tapauksissa kuvaa joudutaan hieman muokkaamaan mikrossa, jotta värit näkyvät halutulla tavalla.

Kuvan siirto

Kuvat säilytetään Flash-muistissa, jossa tieto säilyy, vaikka kameran paristoista loppuisikin virta. Muisti voi olla kiinteä tai PCMCIA-tyyppinen. PCMCIA-kortti on näppärin ratkaisu, koska kortteja voi olla mukana useita. Muistin täytyttyä vaihdetaan muistikortti vain uuteen ja kuvaaminen jatkuu.

Kiinteästä muistista tieto siirretään kaapelilla mikroon. PCMCIA-kortteja varten mikrossa on oltava lukulaite.

Yleensä kuvat on tallennettavissa JPG-, TIFF-, BMP- tai PICT-muodoissa. JPG on paras valinta, koska kuvan koko sillä on selvästi pienin. On vain syytä käyttää pientä pakkaussuhdetta, jolloin kuvan laatu ei huonone merkittävästi.

Videokortti

Videokortit voivat esittää videokuvaa näytöllä ja kaapata kuvia siitä. Videokortin avulla voidaan video-, RGB- tai SVHS-signaalista ottaa joko yksittäinen grafiikkakuva (*Still Image*) tai videopätkä (*Videoclip*). Jotkut halvemmat kortit voivat napata vain yksittäisiä kuvia, ei kokonaista videokuvaa.

Videokortista kytketään kaapeli esimerkiksi televisioon, videoihin tai videokameraan. Signaali voidaan ottaa myös suoraan antennin kautta. Ääni siirretään kaapelilla äänikorttiin, johon kiinnitettyjen kaiuttimien kautta ääni kuullaan.

Video/TV-kuvasta voidaan kaapata yksittäisiä kuvia tai muuttaa esitys tiedostomuotoon näitä toimintoja tukevan videokortin avulla. Videokortit ja useimmat uudet näytönohjaimet nopeuttavat videokuvan esitystä huomattavasti. Tällöin voidaan esittää useampia kuvia sekuntia kohden, jolloin esityksen eteneminen on sulavaa ja nykimätöntä.

Tiedostomuotoista videokuvaa katsellaan videokuvan esitysohjelmalla, joista yleisin on Video for Windows. Tästä ohjelmasta, kuten myös yleisimmistä muista vastaavista, löytyy vähintään kaksi eri versiota.

Varsinainen Video for Windows on kohtuullisen kallis ja sillä pystyy katselun myös tekemään videokuvaesityksiä. Toinen versio kulkee nimellä Runtime ja sillä pystyy ainoastaan katselemaan videokuvaesityksiä. Runtime-versio onkin se yleisin, koska suurin osa mikron käyttäjistä ainoastaan katselee ohjelmien mukana tulevia videokuvaesityksiä.

Toinen yleinen katseluohjelma on Applen QuickTime, jota käytetään varsin monissa CD-sovelluksissa. PC-mikroilla katseluohjelman nimi on QuickTime for Windows.

Useiden niiden ohjelmien mukana tulee Video for Windows tai QuickTime, joissa on niillä esitettäviä videokuvia. Jos ohjelmaa ei mikrossa ennestään ole, asennusohjelma kysyy, asennetaanko kyseinen versio kiintolevylle.

Video for Windowsin ja QuickTimen etuna on, että lisälaitteita ei tarvita sillä pelkkä ohjelma riittää. Huonona puolena on pieni kuvan koko, suuri tiedostokoko ja hitaahko esitys. Mitä nopeampi mikro ja näytönohjain on käytössä, sitä vähemmän videokuvat nykivät niitä esitettäessä.

Mikrossa esitettävät videokuvat ovat usein harmittavan pieniä. Tämä

johtuu videokuvan sisältämästä suuresta tietomäärästä ja mikrojen 'hitaudesta'. Vaikka erilaisia pakkauksia käytetään, on tuloksena usein postikortin puolikastakin pienempi kuva.

Mikrojen ja ohjelmistojen kehittyessä mennään sentään koko ajan eteenpäin. Kuvakoot ja esitysnopeudet kasvavat, jolloin niiden käyttö on miellyttävämpää.

Videokuvakoot

Videokuvia on monenkokoisia ja yleensä ne ovat varsin pieniä. Voit usein suurentaa kuvaa, mutta kuva muuttuu huomattavan rakeiseksi sekä sen esitys alkaa nykimään. Yleisesti ottaen videokuva kannattaa esittää siinä koossa kuin se on tehty.

Yleisimmät videokuvakoot ovat

- 160x120
- 240x180
- 320x240
- 640x480

Valitettavasti yleisin kuvan koko on tuo pienin: 160x120 pistettä. Hyvin harvoin videokuvan koko on 640x480 pistettä.

Usein videokuvat myös välkkyvät harmittavasti näytöllä. Tähän on myös syynä edellä mainitut seikat. Mitä vähemmän kuvamateriaalia liikutetaan, sitä harvemmin videokuva päivittyy ruudulla. Seurauksena on välkkyminen.

Esimerkiksi hyvälaatuinen mikron näyttö päivittyy 70 kertaa sekunnissa. TV-kuva päivittyy vain 30 kertaa sekunnissa, jossa hieman välkkymistä onkin havaittavissa. Mikron videokuva päivittyy keskimäärin vain 15 kertaa sekunnissa. Ero on suuri ja silmä huomaa kuvien hitaan päivityksen selvänä välkkymisenä. Nopeilla mikroilla päästään kyllä lähelle 30 kuvan sekuntivauhtia. Huomaa, että 486-mikroissa videokuvan päivitys saattaa olla vain 7 kertaa sekunnissa, jolloin välkkymisen lisäksi esityksestä jää aika paljon näkemättäkin.

MPEG-korteilla päästään hitaammallakin koneella suuriin kuvanopeuksiin katseltaessa MPEG-videoita.

Mitä tarvitaan videokuvien katseluun?

Yleisimmät videokuvat (AVI-muoto) näkyvät Windows 95:n Mediasoittimella. Jos haluat niiden lisäksi katsella esimerkiksi MPEG- ja QuickTime-videokuvia, tarvitset niiden katseluohjelmat. Windows 3.X -käyttöliittymään on asennettava Video for Windows, jotta AVI-kuvien katselu onnistuu.

RunTime-ohjelmat, joilla voidaan vain katsella, ovat ilmaisia. Ne voi hankkia vaikkapa Internetin tai BBS:ien kautta. Lähes poikkeuksetta Video for Windows tai QuickTime seuraa myös videokuvia sisältävän ohjelman mukana.

Laitepuolen hankintoina tarvitset CD-ROM-aseman, sillä videokuvat ovat suuria tiedostoja ja ainoa järkevä tapa siirtää niitä on CD-levy.

Hyvä näyttö ja näytönohjain ovat välttämättömiä, jotta videokuva näyttää hyvältä. Näytönohjaimen on oltava nopea, jotta esitys ei ole nykivä. Värejä tarvitaan vähintään 256, mieluummin 65 000, jotta esityksen värit näyttävät hyviltä.

Ennenkaikkea laitteistolta vaaditaan nopeutta. Suositeltavaa olisi vähintään 120 MHz Pentium-mikro nopealla PCI-näytönohjaimella. Hitaammallakin kokoonpanolla videokuvia voidaan esittää, mutta esitys saattaa olla aika nykivää.

Miksi eri esitysmuotoja?

Tehdään mikroilla mitä tahansa, tulee vastaan lukuisia määriä erilaisia lyhenteitä ja standardeja. Videokuvien esitys ei tee poikkeusta.

Ensinnäkin videokuvien pakkaaminen on välttämätöntä. Jos täysväristä VGA-resoluutioista (640 x 480) kuvaa esitetään, joudutaan siirtämään joka sekunti peräti 30 megatavua tietoa. Tällä hetkellä mikään tiedonsiirtomenetelmä ei pysty niin nopeaan suoritukseen. Huomaa, että keskiverto CD-ROM-asema siirtää tietoa vain 600 kilotavua sekunnissa. Lisäksi joka sekunti kuluttaisi vielä tuon 27 megatavua levytilaa. Tämän johdosta kuvamateriaalin pakkaaminen on välttämätön.

Pakkaaminen perustuu yksittäisten kuvien pakkaamiseen sekä siihen että peräkkäisten kuvien muutokset ovat yleensä pieniä. Tällöin seuraavan

kuvan kaikkea informaatiota ei tarvitsekaan tallettaa.

Eri tahot ovat kehittäneet omia pakkaamis- ja esitysmuotojaan, joista jotkin ovat yleistyneet standardin asemaan. Yleisimmät mikropuolella ovat Microsoftin Video for Windows ja Applen QuickTime.

Video for Windows

Microsoftin Video for Windows on videokuvien toisto-ohjelma. Se tulee vakiona Windows 95:ssä ja Windows NT:ssä. Windows 3.X -käyttöliittymään se on asennettava erikseen. Useiden CD-ROM-ohjelmien mukana tulee ajonaikainen runtime-versio, jolla voidaan katsella videokuvia.

Täydellä pakkauksella, joka on kaupallinen ohjelma, voidaan tehdä videokuvia sekä editoida niitä. Mukana tulee kaikki välineet kaappaukseen, toistoon ja editointiin.

Video for Windows voi käyttää kolmea eri metodia pakkaukseen ja purkamiseen: Microsoft Video, Media Vision MotiVE ja Intel Indeo. Video for Windowsin käyttämä videokuvamuoto on AVI (Audio Visual Interleaved). AVI-nimi tulee kuvan ja äänen vuorottelusta tiedostossa. Menetelmän ansiosta tietoa voidaan lukea ja toistaa jatkuvana virtana.

Video for Windowsin kuvakoot ovat varsin pieniä. Version 1.0 kuvakoko on vain 120x160 pistettä. Version 1.1 kuvakoko on jo 240x320 pistettä, mutta ei lähelläkään kokonäytön kokoista kuvaa. Esitysnopeus on suurimmillaan 15 kuvaa sekunnissa.

Apple QuickTime

QuickTime-videokuva on Macintosh-mikroista peräisin. Tiedostonimen tunnuksena on MOV. Monet ohjelmat pystyvät toistamaan sekä QuickTime että Video for Windows -videokuvia.

Jos jonkun ohjelman mukana seuraa QuickTime-videokuvia, seuraa yleensä myös QuickTimen runtime-versio. Tämän ohjelman asennuksen jälkeen QuickTime-videoita voidaan katsella. Lähes poikkeuksetta kyseiset ohjelmat asentavat toiminnon myös Mediasoittimeen, jolloin videokuvia voidaan katsella sen kautta suoraan.

Koodekit

Koodekki *(Codec)* on määritelmä, jonka mukaan tieto tallennetaan. Videokuvien kohdalla koodekkiin sisältyy aina myös pakkaus. Ilman pakkausta 10 sekunnin videokuva kuluttaisi 300 megatavua kiintolevytilaa.

Koodekkeja on erilaisia, koska eri valmistajat haluavat tehdä sen 'parhaan' koodekin itse. Myös kehitys tuo tullessaan aina parempia koodekkeja. Onneksi yleisimmät koodekit ovat todella yleisiä, eikä siis ongelmia pitäisi tämän takia tulla. Esimerkiksi Video for Windowsin videokuvat on yleisimmin koodattu Microsoft Video -koodekilla.

Yleisimmät koodekit ovat:

- Microsoft Video 1
  Tämä on Video for Windows -ohjelman oletuskoodekki. Videokuva voi olla 8, 16 tai 24-bittinen. Tiivistyksessä 24-bittinen videokuva muunnetaan 16-bittiseksi.

- Microsoft RLE (Run Length Encoding)
  Videokuva on aina 8-bittinen, jonka johdosta värisävyt ovat suppeita. Toimii parhaiten videokuvissa, joissa on vähän liikettä. Paras vaihtoehto, jos videokuva on tarkoitettu hyvin hitaisiin mikroihin.

- Intel Indeo
  Videokuva on 24-bittinen ja tiivistyksessä katoaa hieman kuvainformaatiota. Videokuvaa voidaan toistaa i750-prosessorin kautta huomattavan nopeasti. Ohjelmallinen toisto on hitaampaa.

- Cinepak
  Macintoshista peräisin oleva 24-bittinen koodekki, jossa on hidas videokuvan pakkaaminen, mutta tulos näyttää hyvältä.

- MPEG
  Monimutkaisin pakkaaminen, mutta paras kuvan laatu. Videokuva on 24-bittinen ja paras toisto saavutetaan MPEG-purkukortilla. Ohjelmallinen toisto on hitaampaa.

- Spigot
  Toimii Creative Labsin videokaappauskorteilla.

Eri koodekkia hyväksikäyttävät videokortit ovat erihintaisia ja nopeuksisia. Hyvä pakkausmetodi vaatii nopean ja kalliin korttirakenteen ja samalla hyvät ohjelmat. Jos hinnassa säästetään, saadaan nykivä kuva ja kiintolevytilaakin saattaa kulua runsaasti.

Microsoft Video 1 on se yleisin koodekki. Se on riittävän pätevä pienimuotoisten videokuvien esitykseen, mutta vaativampiin kuviin se on aika hidas. MPEG taas vaatii nopeaan kuvaesitykseen ohjainkortin. MPEG-kuvia voidaan katsella ohjelmallisellakin toteutuksella, mutta kuvien esitysnopeus on silloin hitaampi. Esittelemmekin MPEG-koodekkia tarkemmin seuraavassa luvussa.

Suosittelemme käyttämään Microsoft Video, Intel Indeo tai Cinepak-koodekkeja takaamaan yhteensopivuuden mahdollisimman suuressa osassa mikroja. MPEG on myös yksi vaihtoehto, mutta silloin kannattaa tarkistaa, onko kohderyhmässä riittävän nopeita mikroja tai MPEG-purkukortteja.

Video- ja TV-kortit

Perusvideokortti pystyy ainoastaan ottamaan videokuvaa vastaan ja muuttamaan sen tiedostomuotoon. Useat uudet videokortit sisältävät myös TV-virittimen, jolloin voidaan videosignaalin lisäksi katsella TV-kuvaa antennin kautta. TV-kuva esitetään video overlay -menetelmällä, joten mikron nopeudella ei ole merkitystä kuvan laatuun. TV-kuva voidaan muuttaa myös tiedostomuotoon.

MPEG-video on varsin monimutkaisella menetelmällä pakattu videokuva ja sen esittäminen vastaavasti vaatii runsaasti tehoa laitteistolta. Jotta videokuva saadaan esitettyä ilman nykimisilmiötä, on ohjaimessa oltava MPEG-ohjainpiirit.

Yleensä videokortilla oleva MPEG-piiri on pelkästään koodia purkavaa mallia. Pakkaava malli on huomattavasti kalliimpi ja esiintyy vain ammattimaisissa ohjaimissa. Tavallisella videokortilla voidaan tallentaa videokuvaa yleensä vain AVI-muodossa.

Huomaa, että markkinoilla on myös kortteja, jotka pystyvät näyttämään pelkästään TV-kuvaa. Ne eivät nopeuta MPEG-videoiden katselua.

Mitä hyötyä TV-kortista oikeastaan onkaan? Tavallinen televisio on usein

huomattavasti suurempi tarjoten isomman kuvan, jota voidaan katsoa kauempaakin. Mikrossa näkyvä TV-kuva on siis varsin pieni, vaikka hyötynä tuleekin televisiokuvaa vakaampi kuva.

TV-kortti onkin lähinnä hauska pieni lisä multimediamikrossa. TV-kanavien kautta tuleva teksti-TV on kylläkin sitten hyödyllisempi. Näet uusimmat uutiset ja urheilutulokset suoraan mikrolta ilman että juokset välillä televisiolle katsomaan niitä.

Kun videot kytketään TV-korttiin voidaan katsella myös videoelokuvia aivan kuten televisiollakin. Toki videoita ei voida säätää mikrolta suoraan, vaan on käytettävä kaukosäädintä.

Joissakin monitoreissa on sisäänrakennettu TV-vastaanotin. Tällöin voit käyttää monitoria joko tietokoneen näyttönä tai televisiona. Ei kuitenkaan yhtä aikaa kumpanakin. TV-kuvaa ei siis saa näkymään tietokonegrafiikan päälle, kuten TV-korttien avulla.

TV-kortin yleisiä ominaisuuksia

TV-kortti määrää ikkunoiden kokovaihtoehdot, joissa TV-kuva näkyy. Ikkunan maksimikoko olisi oltava mahdollisimman suuri, ainakin 640x480, mutta mieluummin 1024x768 pistettä. Tosin pienempää kuvakoko on näppärä, jos halutaan samaan aikaan tehdä mikrolla jotain ja katsella TV-kuvaa.

Kortin pitäisi pystyä 24-bittiseen esitykseen, joka mahdollistaa täydet 16 miljoonaa väriä. Myös TV-ikkunan siirrettävyys- ja skaalattavuusvaihtoehdot pitäisivät olla vakiona. Muuten TV-kuvan käsittely on hankalahkoa.

Automaattinen kanavan etsintä helpottaa kanavien löytämisessä ja asettamisessa. Muita käytön mukavuutta parantavia tekijöitä on muun muassa pikanäppäinten käyttö kanavan vaihdossa, kanavien salasanasuojaus, ajastin sekä TV-ikkunan sijoittaminen aina päällimmäiseksi.

TV-kortti sisältää aina perussäädöt kuvan säädöille, kuten esimerkiksi kirkkaus-, kontrasti-, hue- ja saturation-säädöt. Lisäksi mukana voi olla gamma-korjaus ja RGB-säädöt. Ditheroinnista on etua, jos TV-korttia käytetään 256-väritilassa. Yleensä TV-kortin mukana tulee pysäytyskuvien kaappausohjelma, mutta paremmissa malleissa voidaan kaapata myös videokuvaa. Yksittäisten kuvien ja videokuvan editointiohjelma on hyödyllinen lisä.

TV-kuvan esitys mikron näytöllä

TV-kuvan signaali on analoginen kun taas tietokoneen näyttö esitetään digitaalisena. Tämän vuoksi signaali on muutettava digitaaliseksi ennen esitystä.

Analoginen signaali jaetaan kirkkaus- ja värikomponentteihin. Sen jälkeen kuva on käännettävä 625 linjan lomitetusta kuvasta ja 50 hertsin taajuudesta sille resoluutiolle ja virkistystaajuudelle, joka mikrossa on käytössä.

Mikrojen pystysuuntainen linjamäärä on yleensä 480, 600 tai 768 linjaa. Virkistystaajudet ovat niinikään TV-kuvaa korkeampia. Välkkymättömät uudet näytöt ja näytönohjaimet käyttävät 70 hertsin tai suurempia taajuuksia. Koska TV-kuvan laatua pitää ikäänkuin parantaa, on käännös varsin vaativa toimenpide.

TV-kortin laatu ratkaisee sen, kuinka taajuuden muutokset onnistuvat. Hyvä kortti kääntää signaalit siten, että TV-kuva näyttää todella hyvältä. Huonomman kortin kuva on rakeinen ja suttuinen.

Video overlay

Jotkut TV-kortit toimivat Video overlay -periaatteella. Sen avulla voidaan katsella televisiokuvaa reaaliajassa, mutta sitä ei voi tallettaa eikä siitä voida ottaa kuvaruutukopioita.

Video overlay tarkoittaa videolähteestä tulevan kuvan esittämistä päällekkäin mikron esittämän kuvan kanssa. Tätä ei pidä sekoittaa AVI- tai MPEG-videoihin, jotka toistetaan näytönohjaimen kautta. TV-kortti sekoittaa TV-kuvan analogiset signaalit näytönohjaimen signaaleihin ennen näyttöä. TV-kuva esitetään ikäänkuin tavallisen näytönohjauksen päällä.

Video overlayn avulla saadaan esimerkiksi Windowsissa näkymään reaaliaikainen videokuva omassa ikkunassaan. Muissa ikkunoissa voi olla tavanomaisia ohjelmia auki, eikä TV-kuvan esittäminen häiritse niiden toimintaa.

Video overlayn esittäminen vaatii siihen kykenevän videokortin. Videokortti on yhteydessä näytönohjaimeen siinä olevan laajennusliitännän kautta.

TV-kuva ei ole video overlayta esitettäessä näytönohjaimen muistissa,

kuten näytöllä muutoin esitettävä kuva. Video overlaysta ei täten saa kaapattua kuvaa Print Screen -näppäimellä, koska tällöin kuva haetaan näytönohjaimen muistista.

Video overlay -kuvan värien määrä ei ole myöskään sidoksissa näytönohjaimen näyttötilan värien määrään. Näytönohjain voi olla 16-väritilassa ja silti video overlay -ikkunassa näkyy täysvärikuva. Video overlay -kuvaa voidaan siis ainoastaan katsella.

Liitännät

Videokorteissa on eri määriä erilaisia liittimiä kuva- ja äänisignaaleille. Edullisimmissa korteissa on vähemmän liittimiä. Useimmissa tapauksissa liittimet yhdelle kuvalähteelle ovat kylläkin täysin riittävät.

Tyypillisen videokortin liittimet näkyvät seuraavassa kuvassa.

Kuva: Videokortin liittimet.

Audio ulos -liitäntää käytetään siirtämään äänisignaalit äänikortille. Tätä on käytettävä sillä videokorteissa ei ole äänipiirejä mukana. Jos ääniraidat halutaan kaapata, on käytössä oltava myös äänikortti.

Antenniliitäntään kytketään koaksiaaliantennikaapeli. Jos huoneessa on vain yksi antenniliitäntä ja siihen on kytketty televisio, löytyy alan liikkeistä antennijohdon haaroituskappaleita.

Video sisään -liitäntään voidaan kytkeä kuvalähde RCA-liittimin varustetulla kaapelilla.

S-video-liitäntään kytketään S-VHS-kuvalähde S-VHS-kaapelilla. Jos esimerkiksi videoissa on tämä liitäntä, käytä sitä ehdottomasti RCA-liittimen sijaan. Kuvan laatu tulee parempana.

Audio sisään -liittimiin voidaan kytkeä äänilähde esimerkiksi videoista kahdella RCA-kaapelilla.

MPEG

MPEG *(The Moving Pictures Expert Group)* on videokuvan pakkaamismenetelmä CD-levylle. Videokuva täytyy pakata CD-levylle, jotta saavutetaan riittävä tiedonsiirtonopeus ja samalla CD-levylle mahtuu enemmän videokuvaa.

Pakattu tiedosto saadaan siirrettyä huomattavasti nopeammin CD-levyltä keskusmuistiin, kuin monia kertoja suurempi pakkaamaton tiedosto. Videokuva pakataan noin 200 kertaa pienempään tilaan. Purkamisaika on hyvin lyhyt tiedonsiirtoaikaan verrattuna.

MPEG määrittelee pakkaamistavan, mutta ei tapaa, jolla tieto tallennetaan CD-levylle. Yleisimmät vaihtoehdot ovat vanhempi Green Book ja yleistyvä White Book. MPEG:llä pakattua White Book -standardilla tallennettua VideoCD:tä voidaan esittää CD-i-soittimessa, jossa on FMV-kortti tai PC:ssä, jossa on MPEG-kortti.

MPEG eroaa Windowsin AVI-tiedostoista siten, että MPEG pystyy näyttämään hyvälaatuista videokuvaa 25:stä 30:een kuvaa sekunnissa. AVI-tiedostot esitetään huomattavasti pienemmällä kuvanvaihtotaajuudella, jolloin kuva on nykivämpää.

MPEG-1-videokuvien esittämiseen tarvitaan yleisesti ottaen MPEG-purkukortti. Monissa uusissa näytönohjaimissa on kuitenkin MPEG-1-laiteohjain, joka toimii Video for Windows ja Media Player -ohjelmien kanssa. Haittapuolena ohjelmapohjaiselle kuvan purkamismenetelmälle on hidas videokuvan käsittely. Eikä prosessorillekaan jää aikaa

muiden ohjelmien käyttämiseen samanaikaisesti videokuvan esittämisen kanssa. Ainoa järkevä vaihtoehto on siis suhteellisen kallis MPEG-purkukortti.

Jotkut MPEG-kortit sisältävät näytönohjaimen itsessään. Toiset MPEG-kortit kytketään näytönohjaimen viereen ja yhdistetään kaapelilla toisiinsa. Näyttö kytketään tällöin MPEG-korttiin.

Videokuvan esittämiseen voidaan suositella vähintään 65 000 värin käyttämistä. Muutoin kuva ei näytä luonnollisen väriseltä.

Osa MPEG-korteista ei pysty esittämään kuvaa tiettyä resoluutiota suuremmalla tarkkuudella, kuten esimerkiksi 800x600. Myös värien määrä saattaa olla yllättävänkin pieni, esimerkiksi 32000. Jotkut halvat MPEG-kortit eivät myöskään pysty ottamaan edes standardin kokoista videokuvakaappausta. On siis syytä olla tarkkana, minkälaisen MPEG-kortin on hankkimassa.

MPEG-videokuvan katseluun ei välttämättä tarvita MPEG-korttia, sillä ohjelmallisiakin ratkaisuja on. Asennat vain MPEG-ohjelman ja sitten videokuvia katselemaan. Etuna on hinta, mutta haittana seuraa monia kertoja hitaampi esitys. Mikron prosessori ei pysty purkamaan yhtä nopeasti MPEG-kuvaa kuin MPEG-kortin prosessori.

MPEG 1 ja 2

Tällä hetkellä videokuvan pakkausmenetelmistä kaksi yleisintä on: MPEG-1 ja MPEG-2. MPEG-1 on yleisempi ja se on suunniteltu VHS-videokuvalaadulle. MPEG 2 tekee tuloaan ja sen kuvanlaatu on selvästi parempi.

Seuraavilla värijärjestelmillä määritykset ovat:

PAL 25 kuvaa sekunnissa 352x288 resoluutiolla
NTSC 30 kuvaa sekunnissa 360x240 resoluutiolla

PAL *(Phase Alternate Line)* on käytössä Suomessa ja useissa Länsi-Euroopan maissa. PAL-järjestelmässä on 625 juovaa 50 Hz kuvataajuudella.

NTSC *(National Television Standards Committee)* on käytössä USA:ssa,

Japanissa ja Latinalaisessa Amerikassa. NTSC-järjestelmässä on 525 juovaa 60 Hz kuvataajuudella.

Käytössä on vielä kolmaskin värijärjestelmä SECAM *(Sequential Color and Memory)*. Se on suhteellisen harvinainen ja on käytössä Ranskassa ja joissakin Itä-Euroopan maissa.

Videokuvan tietomäärän siirtonopeuden vaatimuksena 150 kt/s, joka on tavallisen CD-ROM-aseman tiedonsiirtonopeus. VideoCD:n standardi tiedonsiirtonopeus on 167 kt/s. Yleisin MPEG-1 CD-muoto on määritelty Philipsin valkoisessa kirjassa. Standardi sisältää MPEG-1 äänen ja videokuvan CD-ROM-XA-muodossa.

MPEG-2 on perusteiltaan sama kuin MPEG-1, mutta siinä on muutamia lisäyksiä tukemaan useampia sovelluksia. MPEG-2 tuottaa myös paremman kuvan laadun samalla tiedonsiirtonopeudella.

MPEG-standardien erot

	MPEG 1	MPEG 2
Tiedonsiirtonopeus Mt/s	2,4	1 - 10
Kuvan koko	360x240	720x480

Videokuvia voidaan esittää suuremmallakin resoluutiolla. Tällöin saavutetaan suurempi kuvan koko, mutta nykimätön kuvanlaatu edellyttää hyvin nopeaa MPEG-korttia, joka on usein myös kallis.

MPEG-pakkaaminen

MPEG-kuvien pakkaaminen perustuu siihen, että kuva pakataan pysty- ja vaakasuunnassa tiettyjen algoritmien mukaan pienemmäksi. Ihmisen silmälle näkymättömiä sävyeroja poistuu pakkaamisvaiheessa. Lisäksi peräkkäisistä kuvista ei talleteta kaikkea, vaan pelkästään ne kohdat, joissa muutosta tapahtuu.

MPEG-pakkauksessa kuvia on kolme erilaista tyyppiä

- Todellinen (I-kuva, Intra)
- Ennustettu (P-kuva, Predicted)
- Vertailtu (B-kuva, Bidirectional)

Todellisia kuvia on oltava aina, kun kuva muuttuu. Vähintään joka 12. kuva on oltava todellinen. Vertailtuja kuvia on todellisten ja ennustettujen kuvien välissä. Niissä käytetään liikkeen vektoreita kuvan korjaamiseen. Ennustettavista kuvista tallennetaan liikkuvan kappaleen muodot ja liikkeen vektorit. Näiden tietojen avulla voidaan laskea seuraava kuva.

Koska kuvien tyyppejä on kolme erilaista ja kaikkiin kuviin ei pääse käsiksi, on MPEG-videokuvan editointi vaikeaa. Myös MPEG-pakkauskortit ovat hyvin kalliita johtuen monimutkaisesta pakkausalgoritmeista.

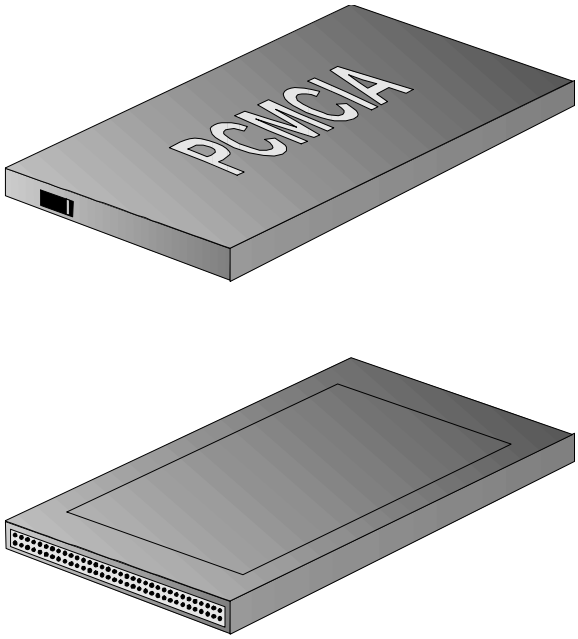
PCMCIA

PCMCIA-kortit *(Personal Computer Memory Card International Association),* eli toisella nimellä PC-kortti *(PC Card)*, ovat yleistyneet kannettavissa mikroissa. PCMCIA-kortti on luottokortin näköinen ja lähes samankokoinen. Tarkat mitat ovat 54 x 85,6 mm ja korkeus riippuu tyyppimallista.

Yleisimpiä PCMCIA-korteilla olevia laajennuksia ovat

- Faksimodeemit
- Verkkokortit
- SRAM- ja FLASH-muistit
- Kiintolevyt, levykeasemat, CD-ROM-asemat
- SCSI-sovittimet
- Sarjaportit

PCMCIA-kortilla saadaan helposti lisättyä muistia tai asennettua uusi kiintolevy tarpeen tullen mikroon. PCMCIA-kortti on myös monille kannettaville mikroille ainoa tapa liittyä verkkoon.



Kuva: PCMCIA-kortti on ohut 68-pinnistä liitäntää käyttävä liitäntätapa. Esimerkiksi kiintolevyissä on toisella puolella kirjoitussuojanasta, kuten levykkeissä.

Kortin toisessa päässä olevan 68-pinnisen liittimeen kytkettävän kaapelin kautta tieto liikkuu mikron ja kortin välillä. Merkittävää on, että korttia vaihdettaessa mikrosta ei tarvitse katkaista virtaa. PCMCIA-kortti ei vahingoitu mikrosta irroitettaessa, vaikka virta on päällä.

Asennus

PCMCIA-kortti on usein helppo asentaa, sillä kortti konfiguroi itse itsensä eikä keskeytyksiäkään tarvitse valita. Joskus asennus vaatii kuitenkin hieman vaivaa, sillä toistaiseksi useimpien korttien mukana tulee levykkeellä ajuri, joka on asennettava. Jatkossa korttien konfiguroinnit vähenevät lisääntyvän automatiikan ja yhdenmukaisemman standardin eli esimerkiksi kytke- ja käytä *(Plug and Play)*-tekniikan myötä.

PCMCIA-kortti käyttää tällä hetkellä 5 tai 12 voltin jännitettä. Kannettavissa mikroissa on korttia käytettäessä huomioitava lisääntyvä virran kulutus ja nopeampi akun tyhjentyminen. Viiden voltin kortti kuluttaa jo jonkin verran virtaa ja 12 voltin kortti selvästi enemmän.

Uutta PCMCIA-korttia ostettaessa on syytä varmistaa kortin sopivuus ja toimivuus omassa mikrossa, sillä kaikki kortit eivät toimi kaikissa mikroissa. Korttien valmistajat ovat poikenneet joissakin korteissa standardista, josta pienet yhteensopivuuserot johtuvat.

Tyypit

PCMCIA-kortteja on kolmea eri kokoa korkeussuunnassa mitattuna:

- Vuonna 1990 määriteltiin **tyyppi I** versio 1.0, joka on 3,3 mm korkea.
- Vuonna 1991 määriteltiin **tyyppi II** versio 2.0, joka on 5 mm korkea.
- Vuonna 1992 määriteltiin **tyyppi III** versio 2.1, joka on 10,5 mm korkea. Useimmiten vain kiintolevyt ovat tätä tyyppiä. Tyyppi III voi olla myös pari tuumaa ylipitkä, jolloin kortti jää jonkin verran näkyviin laitteen ulkopuolelle.

Jos mikro tukee PCMCIA-kortin tyyppiä II, tukee se samalla myös tyyppiä I. PCMCIA-paikat ovat alaspäin yhteensopivia.

Mikrossa voi olla yksi tai useampi PCMCIA-korttipaikka. Joihinkin mikroihin voidaan kiinnittää kaksi kappaletta tyypin I korttia, mutta ainoastaan yksi kappale tyypin II tai III korttia. Syynä on, että päällekkäin oleviin paikkoihin ei mahdu kahta korttia, jos normaalia paksumpi kortti on asennettu.

Yleisimmät kunkin korttityypin laitteet ovat:

Tyyppi I	SRAM-, FLASH- ja EPROM-kortit
Tyyppi II	Modeemit, I/O-kortit ja verkkokortit
Tyyppi III	Kiintolevyt

Muuta

Modeemeissa käytetään **DAA**-liitäntää *(Data Access Arrangements)*, johon puhelinliitännän johto kiinnitetään. PCMCIA-kortti on liian pieni, jotta puhelinjohtoa voisi suoraan kytkeä siihen. Uusimman sukupolven PCMCIA-kortit mahdollistavat esimerkiksi GSM-puhelimen liittämisen langatonta tietoliikenneyhteyttä varten.

PCMCIA-kiintolevy voi olla toteutettuna tavallisella mekaanisella tekniikalla, mutta pienempikokoisina, tai Flash ROM -tekniikalla, joka esitellään tarkemmin ROM-muisti-luvussa.

PCMCIA-muistikortin etureunassa on kirjoitussuojanasta, joka toimii samalla tavalla kuin 3,5" levykkeissäkin. Nastan avulla voidaan estää muistikortille kirjoittaminen.

PCMCIA-kortteja voidaan käyttää myös pöytämikroissa, sillä useilla laitevalmistajilla on pöytämikroihin asennettava PCMCIA-laite. Ratkaisu on tosin vielä melko harvinainen.

Virransuojauslaitteet

Virransuojauslaitteita on useita erilaisia ja niillä on omat erikoistehtävänsä. Osa laitteista tekee vain yhtä tehtävää ja osa useampia. Virransuojauslaitteita käytetään muun muassa eliminoimaan virran aaltoilu, jännitepiikit ja virran katkeaminen.

Virransuojauslaitteet voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- Jännitepiikinsuojauslaite
- Virrantasaaja
- SPS
- UPS

Kaikki nämä laitteet kytketään suojattavan laitteen ja sähköverkon väliin. Yleensä näitä käytetään mikroissa, joita pidetään aina päällä ja joissa virran loppuminen tai jännitteenvaihtelujen aiheuttamat rikkoutumiset ovat erittäin haitallisia. Muun muassa erilaiset serverit ja tietoliikennepurkit vaativat UPS-laitteen. Kustannus on pieni verrattuna sähkökatkojen aiheuttamaan työmäärään ja ajan menetykseen.

Huomaa, että näitä laitteita valmistetaan hyvin eritasoisina. Toinen laite saattaa esimerkiksi tietyssä tilanteessa päästää ylijännitettä läpi, kun toinen suoriutuu vielä hienosti. Laadulla on suuri tekijänsä, joka näkyy myös laitteiden hinnoissa.

Jännitepiikinsuojauslaite

Jännitepiikinsuojauslaite *(Surge Suppressor, Surge Protector)* suojaa ainoastaan suurilta jännitepiikeiltä, joita aiheuttaa esimerkiksi salama ja verkkovirran muuntajahäiriöt.

Kun yksi suuri tai useita pienempiä jännitepiikkejä on havaittu ja eliminoitu, tarvitsee laite aikaa latautua. Tällä välin tulevia jännitepiikkejä ei voida eliminoida. Tämän takia näissä laitteissa olisi aina syytä olla merkkivalo, milloin suojaus ei ole päällä.

Jännitepiikinsuojauslaite ei ole ehdottoman varma suojausväline. Suora salaman isku saattaa hyvinkin tulla läpi, koska jännitteet ovat erittäin voimakkaat.

Huomaa, että pelkkä jännitepiikin suojauslaite ei korjaa jännitevaihteluja eikä anna suojaa virtakatkon aikana.

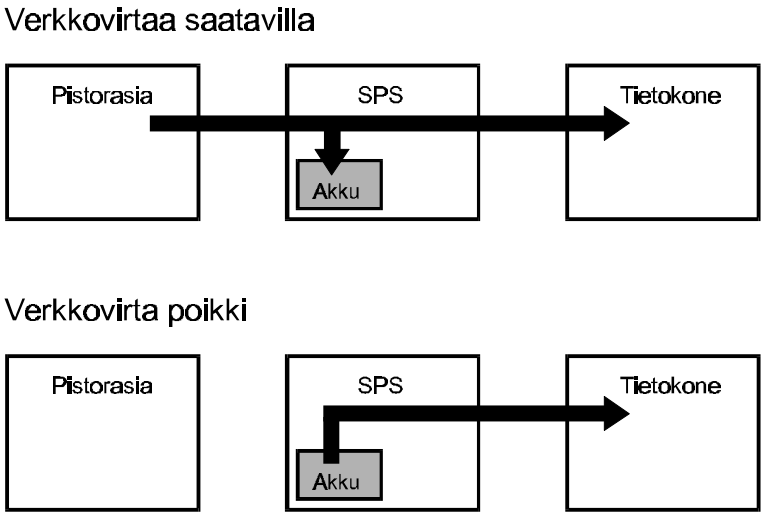
Virrantasaaja

Virrantasaaja *(Line Conditioner)* toimii varsin monipuolisesti verrattuna jännitepiikinsuojauslaitteeseen. Virrantasaaja huolehtii että jännite ei nouse liian ylös tai laske liian alas. Lisäksi se suodattaa sähkömagneettisia häiriötekijöitä ja toimii aivan kuin pienenä puskurina verkkovirran ja käytössä olevan laitteen välillä.

Virrantasaaja on jo varsin hyvä turva kohdelaitteelle, mutta se ei vielä tarjoa virtaa sähkökatkon aikana.

SPS

SPS (Standby Power Supply) sisältää erikoissensorin, joka haistelee virtaa. Kun virran tulo lakkaa, SPS ohjaa välittömästi siihen kytketyn laitteen käyttämään SPS:n akkuja. Normaalitilanteessa kytketty laite käyttää siis suoraan verkkovirtaa.



Kuva: SPS-laitteen virran ja akun käyttö.

SPS:n suurimpana kompastuskivenä on kytkin. Sen on oltava riittävän nopea, jotta kytketylle laitteelle ei tule virtakatkosta. Paremmat SPS:t sisältävätkin hyvin pienen akun, josta syötetään virtaa laitteelle virrankääntövaiheessa.

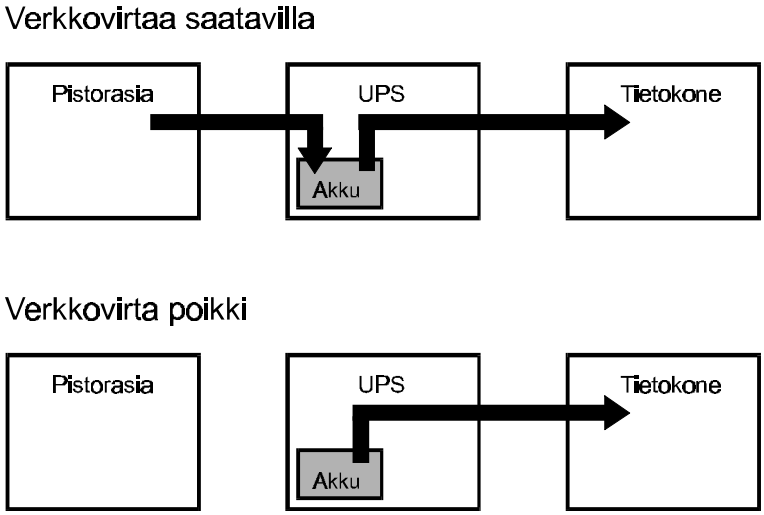
Mallista riippuen SPS:t sisältävät virrantasaus- ja suojausominaisuudet. Jos SPS päätetään hankkia, on nämä suositeltavia olla mukana. SPS:ää huomattavasti parempi ratkaisu on kuitenkin seuraavassa luvussa esiteltävä UPS.

UPS

UPS-laitteita *(Uninterruptible Power Supply*, keskeytymätön jännitteen syöttö) käytetään suojaamaan esimerkiksi tietokonetta sähköhäiriöiltä ja syöttämään jännitettä sähkökatkon aikana.

Kuva: UPS-laite.

Suojattava laite kytketään aina suoraan UPS:n akkuihin, joita UPS pitää latautuneina verkkovirran avulla. Kun verkkovirta katkeaa, saa kytketty laite virtaa edelleen samalla tavalla niin kauan kuin sitä akuissa riittää. Erona on vain se, että akkua ei ladata sähkön puuttumisen aikana. Jos verkkovirta palautuu ennen akkujen loppumista, alkaa UPS ladata akkuja välittömästi.



Kuva: UPS-laitteen virran ja akun käyttö. Verkkovirta ei koskaan kulje suoraan suojattavalle laitteelle.

UPS-laitteita on monenlaisia ja ne pystyvät suojaamaan eritasoisia sähköhäiriöitä ja syöttämään varajännitettä tietyllä teholla tietyn ajan. Esimerkiksi 800 VA (560 W) UPS-laite pystyy syöttämään vajaa 10 minuuttia jännitettä sähkökatkon aikana ja akkujen jälleenvaraus aika on noin 4 tuntia.

UPS mahdollistaa esimerkiksi PC-mikron tietojen tallentamisen ja mikron sammuttamisen virtakatkon aikana. Keskeneräisiä töitä ei menetetä, vaan samasta kohdasta päästään jatkamaan sähkökatkon jälleen loputtua. Jos sähkökatko on hyvin lyhyt, töitä voidaan jatkaa välittömästi, ja mikro on koko ajan päällä.

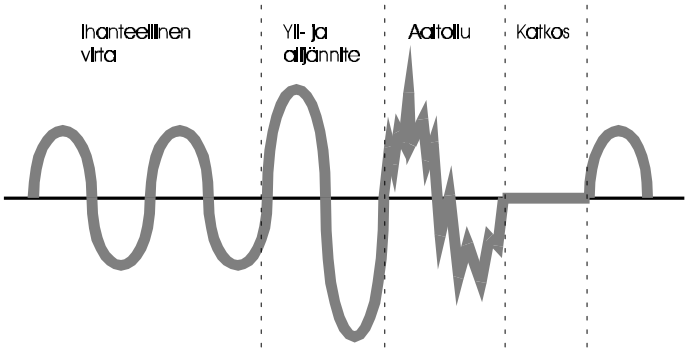
UPS:n toimintaperiaate on melko yksinkertainen. Ensimmäisenä UPS-laite suodattaa verkkovirran jännitepiikit. Sen jälkeen jännite tasasuunnataan ja ohjataan akuille ja ohjausyksikköön. Tämän jälkeen jännite muutetaan vaihtojännitteeksi ja erotusmuuntaja erottaa kuorman galvaanisesti sähköverkosta. Lopuksi jännite syötetään suojattavalle laitteelle.

UPS-laitteiden käyttöpaneelissa on erilaisia merkkivaloja, joista yleisimmät ovat UPS toiminnassa, akkujännite vähissä, toimintahäiriö, verkkojännitehäiriö, ylikuorma ja ylikuumentuminen.

Virtahäiriöt

Ihannetilanteessa virta on tasaisen sinikäyrän muotoinen. Käyrä saattaa muuttua eri tavoin tai virta katketa kokonaan johtuen monista eri syistä. Yleisimpiä häiriön aiheuttajia ovat sää, korjaustyöt ja suurten sähkölaitteiden käynnistykset.

Seuraavassa kuvassa on virransyötön kolme yleisintä häiriötilannetta.



Kuva: Yleisimmät virtahäiriöt.

Usein epäsäännölliset tietokoneiden jumiutumiset ja virhetilanteet aiheutuvat virtahäiriöistä. Siksi on suositeltavaa käyttää jotain sähköntasauslaitetta, joista paras ratkaisu on UPS. Virransuodatuksen lisäksi se antaa virtaa sähkökatkonkin aikana.

13. KIRJOITTIMET

Kirjoitin (tulostin, *Printer*) on yksi tärkeimpiä mikrotietokoneen oheislaitteita. Ensimmäiset kirjoittimet oli tarkoitettu pelkän tekstin tulostamiseen, mutta nykyisin kirjoittimet soveltuvat myös viivapiirrosten, sävykuvien ja esitysgrafiikan kalvojen tekemiseen mustavalkoisena ja värillisenä. Monissa tapauksissa kirjoittimella voi tulostaa paino-originaaleja etenkin teksteistä ja viivapiirroksista.

Pääryhmät

Kirjoittimien pääryhmät ovat: matriisi-, mustesuihku-, laserkirjoitin, lämpösiirto-, vahasuihku- ja sublimaatiokirjoitin. Aiemmin yleiset kiekkokirjoittimet ovat syrjäytetty muilla kirjoitintekniikoilla.

Erilaiset kirjoittimet on tarkoitettu erilaisiin tehtäviin. Seuraavassa listassa on tehtävät lueteltu yleisellä tasolla.

Matriisikirjoitin
: Massatulostukset, raportit, listat, tarrat, laskutus

Mustesuihkukirjoitin
: Tekstit, viivapiirrokset, väritulostukset

Laserkirjoitin
: Tekstit, viivapiirrokset, yksiväri- ja väritulostukset, teksti- ja viivapiirrosoriginaalit

Lämpösiirtokirjoitin
: Väritulostukset, värilliset oikovedokset

Vahasuihkukirjoitin
: Graafiset väritulostukset, värilliset sävykuvat ja sävykuvaoriginaalit

Sublimaatiokirjoitin
: Graafiset värikuvat, värilliset sävykuvat, värilliset sävykuvaoriginaalit

Seuraavana on kirjoitintyyppien soveltuvuustaulukossa on kirjoittimen nopeus suuntaa-antavana arvona.

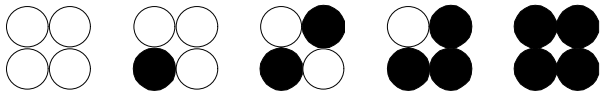
Kirjoitin	**Sivua/minuutissa**
Matriisi	0,5 - 4
Mustesuihku	0,5 - 6
Laser	4 - 24
Lämpösiirto	0,2 - 0,5
Vahasuihku	0,1 - 0,2
Sublimaatio	0,1 - 0,2

Sävykuvat

Kirjoitin muodostaa periaatteessa kaiken tulostuksen tulostamalla yksittäisiä samankokoisia pisteitä (sublimaatiotulostimia lukuunottamatta). Yksittäinen kirjain koostuu lukuisista pisteistä, joiden määrä vaihtelee kirjoitintekniikan ja tarkkuuden mukaan. Käytännössä pisteet ovat niin tiheässä ja voivat mennä osittain päällekkäin, että silmä mieltää merkit kiinteiksi.

Sävykuva tulostetaan käyttämällä vain yhden värisiä, eli mustia, pisteitä. Näin tehdään kaikilla mustavalkotulostimilla, kuten esimerkiksi suurin osa laserkirjoittimista on.

Jokainen yksittäinen kuvapiste esitetään matriisimaisesti, eli sen muodostaa useamman pisteen ryhmä. Yksittäistä pistettä ei siis käsitetä kirjoittimen tulostustarkkuuden mahdollistamana pisteenä, vaan neliömäisenä matriisina, jossa pisteet ovat joko päällä tai pois päältä. Esimerkiksi 2 x 2 -matriisilla saadaan viisi sävyä (ks. alla oleva kuva). Tätä kutsutaan **ditheroinniksi**.



Kuva: 2 x 2 -ditherointimatriisi.

Matriisin kokoa muuttamalla saadaan enemmän harmaasävyjä, mutta samalla tulostusresoluutio pienenee. Tulostusresoluutiosta käytetään nimitystä linjatiheys, jonka yksikkönä on lpi (linjaa/tuuma).

Mitä tarkempi kirjoitin on (dpi, pisteitä tuumalla), sitä pienemmälle alueelle saadaan matriisi mahtumaan. Tällöin tulos on tarkempi ja suurempaa matriisia käyttämällä saadaan enemmän harmaasävyjä. Liian suuri matriisi aiheuttaa kuvan näkymisen epäterävänä ilman pieniä yksityiskohtia. Sävyiltään kuva on kylläkin miellyttävä.

Matriisi	**Sävyjen lkm**	**Linjatiheys 300 dpi resoluutiolla**
2 x 2	5	150 lpi
4 x 4	17	75 lpi
8 x 8	65	38 lpi

Vertailun vuoksi: Sanomalehdissä linjatiheys on 65 - 85 lpi, aikakauslehdissä 120 - 150 lpi ja kirjoissa 175 lpi.

Se, miksi esimerkiksi sanomalehdissä sävykuvat näyttävät suhteellisen pienellä resoluutiolla luonnollisilta, johtuu siitä, että niissä pisteen sävy saadaan aikaan pisteen kokoa muuttamalla eikä ditheroinnilla. Silmä ei erota kahta vierekkäistä ympyrän muotoista aluetta toisistaan, jos ne sijaitsevat riittävän lähellä toisiaan suhteessa halkaisijaan ja katseluetäisyyteen, vaan mieltää alueen sävynä. Emme puutu tässä tämän enempää kirjapainon käyttämään rasterimenetelmään.

Värikuvat

Värikuvan tulostamiseen on kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisessä jokainen piste tulostetaan halutulla värillä. Toinen vaihtoehto on tulostaa pistekohdan ympärille osittain päällekkäisesti värilliset pisteet, jotka silmä mukailee yhdeksi tietyn väriseksi pisteeksi. Ensimmäinen menetelmä on kalliimpi, mutta samalla myös yleistyvämpi. Sillä saavutetaan myös parempi kuvan laatu.

Värikirjoittimet käyttävät CMY-värijärjestelmää (*Cyan, Magenta, Yellow*), jossa perusvärit ovat syaani, magenta ja keltainen. Järjestelmään on käytännön syistä lisätty myös musta, sillä väriaineiden epäpuhtauksien johdosta CMY-väreillä on hankala saada aitoa mustaa aikaan. Lisäksi mustan värin tuottaminen on edullisempaa suoraan kuin kolmea värisävyä yhdistelemällä. Tällaista järjestelmää sanotaan CMYK-järjestelmäksi (*Cyan, Magenta, Yellow, blacK*). Musta väri ilmaistaan K-kirjaimella eikä B-kirjaimella, jottei sitä sekoitettaisi näyttöjen RGB-järjestelmän siniseen väriin (*Blue*).

CMY-järjestelmä on **substraktiivinen** järjestelmä, eli siinä väri muodostuu suodattamalla jokin väri paperilta heijastuvasta valkoisesta valosta. Syaani suodattaa punaisen (eli on väri, josta puuttuu punainen värikomponentti), magenta vihreän ja keltainen sinisen värikomponentin: kaikki värit yhdessä suodattavat kaiken ja 'värinä' on musta. (näyttöjen RGB-järjestelmä on **additiivinen** eli lisäävä: kaikki värit yhdessä muodostavat valkoisen ja kaikkien värien puuttuminen mustan).

CMY-värijärjestelmässä yksittäinen piste voidaan esittää kahdeksalla värillä (kuudella varsinaisella) seuraavan sekoitetaulukon mukaisesti:

Pisteen värikomponentit	**Väri**
Ei mitään	'Valkoinen'
Syaani	Syaani
Magenta	Magenta
Keltainen	Keltainen
Syaani ja keltainen	Vihreä
Syaani ja magenta	Sininen
Magenta ja keltainen	Punainen
Syaani, magenta ja keltainen	Musta

Enemmän värisävyjä saadaan, kun päävärien määrää pystytään säätelemään. Tällöin mahdollistetaan 16 miljoonan eri värin tulostaminen.

Useammat värisävyt saadaan tulostamalla CMYK-värijärjestelmän perusvärit päällekkäin käyttäen ditherointia. Tarkkaan ottaen perusvärejä ei tulosteta päällekkäin, vaan rinnakkain.

Perusväreille käytetyt sävymatriisit voivat aiheuttaa hahmontunnistukseen liittyvän **Moire-ilmiön**, jonka johdosta kuvassa näkyy esimerkiksi aaltomaisia juovia. Moire-ilmiön ehkäisemiseksi perusväreille käytetään eri rasterikulmia (*Screen Angle*), joilla Moire-ilmiötä pyritään vähentämään.

Rasterikulmat määräävät syaanin, magentan ja keltaisen (ja mustan) värikomponentin keskinäisen aseman yksittäisessä kuvapisteessä (yksittäisiä värikomponentteja ei tulosteta täysin päällekkäin, vaan ovat kolmiomuodostelmassa). Ihanteellinen rasterikulma on 45 astetta kullekin värille, mutta tätä ei käytetä, sillä pienikin paperin venymä aiheuttaa juovaisuutta. Tyypilliset käytetyt kulmat ovat syaanille 15 astetta, keltaiselle 90 astetta, magentalle 75 astetta ja mustalle 45 astetta.

Matriisikirjoitin

Matriisikirjoitin on iäkäs kirjoitintyyppi, jonka tehtäviä ovat osin korvanneet laser- ja mustesuihkukirjoittimet. Matriisikirjoittimella on silti käyttökohteita, joihin muut kirjoitintyypit eivät välttämättä sovellu yhtä hyvin tai lainkaan. Esimerkiksi se kykenee tulostamaan itsejäljentävälle lomakkeelle ja soveltuu laajojen osoiterekisterien tarratulostimeksi hyvin. Suuret matriisikirjoittimet ovat luotettavia massatulostimia esimerkiksi osoitetarroja tulostettaessa.

Matriisikirjoittimista on yksiväriversioiden lisäksi väriversioita ja monissa väritulostus on lisävarusteena.

Matriisikirjoittimen toiminta

Vaikka muutkin nykyiset kirjoitintyypit muodostavat merkit merkkimatriisilla, on matriisiperiaate korostetusti nähtävissä matriisikirjoittimessa. Sen kirjoituspäässä on joukko neuloja, jotka iskevät merkit värinauhan kautta paperiin samalla kun kirjoituspää liikkuu vaakasuunnassa paperiin nähden. Rivin tulostuksen jälkeen paperia siirretään eteenpäin.

Kirjoituspäässä on 9, 18 tai 24 neulaa, jotka on sijoitettu pystysuuntaan tai esimerkiksi sahalaitamuodostelmaan. Neulojen halkaisija on 9-neulaisilla n. 0,3 mm ja 24-neulaisilla n. 0,2 mm. Merkit muodostetaan matriisilla, joka on esimerkiksi 9-neulaisilla **vedosjälkeä** (*Draft*) tulostettaessa yleensä 9 x 9. **Laatujälkeä** (*NLQ, LQ*) tulostettaessa rivi tulostetaan

kahteen tai useampaan kertaan iskemällä samalla merkkejä aiemmin tulostettujen pisteiden väliin. NLQ-matriisin koko on tyypillisellä 9-neulaisella 23 x 18 ja 24-neulaisella luokkaa 30 x 24.

Merkkejä iskettäessä iskut vaimentaa joko tela tai erillinen metallitanko, jota vastaan paperi on lievästi kiristyneenä.

Matriisikirjoittimella voi tulostaa tekstin lisäksi bittigrafiikka. Yleensä pysty- ja vaakatarkkuudet ovat erisuuruiset, mikä vääristää muotosuhteita jos käytetty ohjelma tai ajuri ei huomioi eroa. Tarkimmat kirjoittimet tulostavat tuumalle 360 pistettä tai yli. Yksittäisen neulan suuren koon johdosta matriisikirjoittimet eivät sovellu sävykuvien tulostamiseen.

Nopeus

Matriisikirjoittimen tulostusnopeus ilmoitetaan merkkeinä sekunnissa. Vedosjäljellä ilmoitettu nopeus on yleensä vähintään 100 merkkiä sekunnissa ja laatujäljellä vähintään 30 merkkiä sekunnissa. Nopeus saatetaan ilmaista myös pikavedosjäljellä, joka eroaa vedosjäljestä siten, että merkit muodostetaan harvemmalla matriisilla ja kirjoituspäätä siirretään vauhdikkaammin. Ilmoitetut nopeudet etenkin vedostulostuksessa tarkoittavat yleensä tulostusnopeutta samalla rivillä. Rivin siirto ja kirjoituspään suunnan muuttaminen hidastavat jatkuvaa tulostusnopeutta.

Kirjoituspään siirto on usein optimoitu. Perusoptimointina on kaksisuuntainen tulostus. Optimoituna voi myös olla esimerkiksi rivin alun etsiminen nopeaa siirtoliikettä käyttäen. Kokonaistulostuksen nopeuttamiseksi matriisikirjoittimissa on puskurimuisti, jonka koko vaihtelee parista kilotavusta kymmeniin kilotavuihin. Kaikki tulostettava aineisto menee puskurimuistiin josta kirjoitin tulostaa sitä ehtiessään.

Nopeissa matriisikirjoittimissa jatkuva tulostus voi ylikuumentaa kirjoituspään, jolloin yksittäiset neulat voivat vaurioitua. Joissakin kirjoittimissa lämpötila pidetään kurissa tarkkailemalla sitä kirjoituspäässä olevan lämpövastuksen avulla ja rajoittamalla lämpötilan nousua eri tavoin. Tietyn raja-arvon ylittyessä luovutaan esimerkiksi kaksisuuntaisesta tulostuksesta, sivun jälkeen voidaan pitää tauko ja jos lämpötila edelleen nousee, keskeytetään tulostus.

Värinauha

Värinauhan kumpikin pää on yleensä yhdistetty joko suoraan tai kääntäen. Käänteisesti yhdistettäessä värinauha muodostaa ns. Mobiuksen silmukan, eli yksinkertaistetusti kappaleen, jolla on vain yksi pinta. Kun päät on yhdistetty, ei värinauha koskaan lopu, vaan tulostusjälki himmenee vähitellen olemattomiin.

Tästä on merkittävä etu muihin kirjoitintekniikoihin verrattuna: esimerkiksi laajan osoiterekisterin tulostaminen voidaan suorittaa loppuun ja viimeisissä tarroissa teksti on vielä tyydyttävästi näkyvissä. Muita kirjoitintekniikoita käytettäessä väriaineen loppuminen tulee usein yllätyksenä ja katkaisee tulostuksen.Värinauhan kestot ilmoitetaan merkkeinä ja ne ovat suuruusluokaltaan miljoonia.

Vetomekanismi ja paperin syöttö

Kitkaveto toimii samalla periaatteella kuin kirjoituskoneen vetomekanismi. Aputela painaa paperin kääntötelaa vasten ja paperia siirretään telaa kääntämällä. Kitkaveto soveltuu yksittäisarkkien tulostamiseen. Joihinkin kirjoittimiin voidaan asentaa arkinsyöttölaite yksittäisarkkien ja kirjekuorien automaattista syöttämistä varten.

Tappiveto on tarkoitettu jatkolomakkeille. Tappivedon vetotapit sijaitsevat telan kummassakin päässä.

Traktoriveto on tappivedon tapaan tarkoitettu jatkolomakkeille. Siitä on sekä työntävä, että vetävä malli. Työntävä malli osaa yleensä vetää paperin reunan kirjoituspään kohdalle, mikä säästää paperia ketjulomaketulostuksessa. Lisäksi se mahdollistaa yksittäisarkkien syöttämisen ilman, että jatkolomake täytyisi poistaa.

Jatkolomakkeen syöttörata kulkee laitteen takaa kääntyen telan alitse kirjoittimen päälle. Joissakin kirjoittimissa on lisänä **altasyöttö** (*Bottom Feed*) tai **edestäsyöttö** (*Front Feed*). Alta- ja edestäsyöttöjä käytettäessä paperi ei taitu telan kohdalla yhtä jyrkästi kuin takaa syötettäessä, mikä vähentää riskiä, että tarratulostuksessa yksittäiset tarrat irtoaisivat telan kohdalla, jos paperin taittokulma on pieni.

Matriisikirjoittimia on **kapeatelaisia** (*Narrow Carriage*) ja **leveätelaisia** (*Wide-Carriage*) malleja. Leveätelaisten mallien telan leveys vaihtelee kirjoittimittain. Kirjoittimen hyväksymän paperin suurin leveys on yleensä pienempi kuin telan leveys. Jos tulostus halutaan A3-koossa leveyssuunnassa, on suurimman tulostusleveyden oltava vähintään 420 mm.

Kirjasimet ja merkkivalikoimat

Matriisikirjoittimessa on vakiona yleensä vähintään kaksi kirjasintyyppiä (esimerkiksi Pica ja Elite), joista on myös kursivoidut ja vahvennetut versiot sekä joukko tiivistettyjä versioita, joilla riville voidaan tulostaa enemmän merkkejä. Joihinkin kirjoittimiin on saatavana kirjasinkasetteja. Kirjasintyypit ja eri kansallisuuksien merkkivalikoimat valitaan DIP-kytkimillä, ohjauspaneelilla tai ohjelmallisesti.

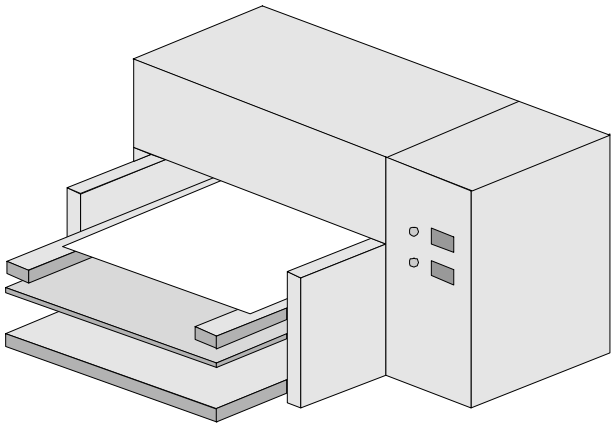
Värimatriisikirjoitin

Värimatriisikirjoitin eroaa tavallisesta matriisikirjoittimesta vain värinauhan ja väritulostuksen osalta. CMYK-värijärjestelmä on toteutettu jakamalla värinauha syaniin, magentaan, keltaiseen ja mustaan raitaan. Kaikki yksiväritulostus kohdistuu yksivärinauhaan kun taas värejä tulostettaessa värinauhasta siirretään tarvittava väriraita kirjoituspään kohdalle. CMY-sekoitevärejä tulostettaessa rivi on siten tulostettava kahteen kertaan, mikä hidastaa tulostusta. Värimatriisikirjoittimet soveltuvat parhaiten tekstin elävöittämiseen väreillä.

Mustesuihkukirjoittimet

Mustesuihkukirjoittimessa *(Ink Jet Printer)* tulostus tapahtuu siirtämällä mustepisaroita paperille, johon pisarat jähmettyvät. Yleensä mustesuihkukirjoitin on värikirjoitin.

Mustesuihkukirjoittimen merkittävimmät edut matriisikirjoittimeen nähden ovat hiljaisempi käyntiääni ja tarkempi tulostusjälki. Laserkirjoittimeen verrattuna mustesuihkukirjoittimen jälki on epäterävämpi samalla tulostustarkkuudella. Lisäksi mustesuihkukirjoitin on selvästi hitaampi, mutta hinta on edullisempi.



Kuva: Mustesuihkukirjoitin.

Mustesuihkukirjoituspään tehontarve on huomattavasti matriisikirjoittimen kirjoituspään tehontarvetta pienempi. Myöskään kirjoituspään siirtäminen ei vaadi yhtä paljon tehoa, sillä kirjoituspään massa on pienempi. Pieni tehontarve mahdollistaa myös paristokäyttöisten mallien tekemisen. Tällainen kirjoitin sopii akkukäyttöisen mikron oheistulostimeksi.

Nykyiset mustesuihkukirjoittimet perustuvat 'pisara tarvittaessa'-tekniikkaan (*Drop on Demand*), jossa kirjoituspää sinkoaa mustepisaran liikkeelle aina tarvittaessa.

On myös kehitetty jatkuvan mustevirran tekniikka (*Continuous Stream*), jossa mustepisarat ovat jatkuvassa liikkeessä ja mustepisaroita ohjataan sähköisesti. Tätä tekniikkaa on toteutettu originaalitulostimissa, joita valmistavat muun muassa Citex ja Barco. Tällaisia tulostimia ei ole tarkoitettu tavalliseen toimistokäyttöön.

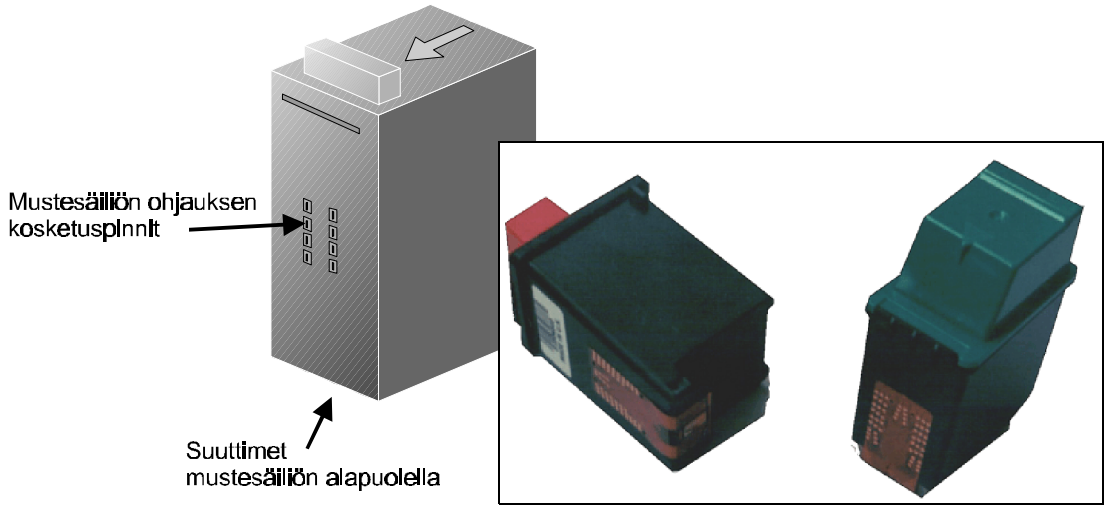
Mustesäiliö

Mustesuihkukirjoittimiin on pääasiassa kolmenlaisia kirjoituspäitä/säiliöitä *(Ink Cartridge)*, jotka jaetaan värien mukaan:

- Musta — mustavalkoinen tulostus
- Väri — väritulostus
- Musta ja väri — laadukas väritulostus

Kirjoituspäistä käytetään yleisesti nimitystä mustesäiliö tai värikasetti, sillä kirjoituspää sisältyy itse mustesäiliöön. Huomaa, että joissakin kirjoitinmalleissa kirjoituspää ja mustesäiliö ovat kuitenkin erillisiä.

Mustesäiliön merkittävimmät ulkoiset osat ovat kosketuspinnit, joita virta siirtyy kirjoituspäähän ja suuttimet, joista muste singotaan paperille.



Kuva: Mustesäiliö ja sen kosketuspinnien ja suuttimien paikat. Valokuvassa on kahden eri kirjoittimen värimustesäiliöt.

Mustesäiliö on laitettava ehdottomasti oikein päin telineeseen. Sen takia säiliöissä on suunnan osoittava nuoli. Älä ikinä koske suuttimiin, koska ne saattavat tukkeutua pölystä ja sormirasvasta. Jos taas kosketuspinneihin jää rasvaisia sormenjälkiä, saattaa niiden sähkönjohtokyky huonontua ja kirjoitin ei tulosta kunnolla.

Huomaa, että eri kirjoittimiin ja malleihin on omanlaiset mustesäiliöt. Ne eivät läheskään kaikki ole vaihtokelpoisia keskenään. Tarkasta kirjoittimen käsikirjasta minkälaiset mustesäiliöt siihen käyvät.

Joihinkin mustesuihkukirjoittimiin voidaan vaihtaa mustan mustesäiliön tilalle CMY-värisäiliö, jolloin voidaan tulostaa värikuvia. Kun halutaan tulostaa jälleen mustaa, vaihdetaan mustesäiliö takaisin. Värisäiliökin toki tulostaa mustaa, mutta sen sävy on hieman sinertävä tai vaalea ja tällaisen mustan tulostaminen on hyvin kallista.

Kirjoituspäästä on olemassa kahta perusversiota. Toisissa suuttimet on sijoitettu mustesäiliöön ja toissa taas suuttimet ja mustesäiliöt ovat erillisiä. Yleisimmin mustesäiliöt ja suuttimet on sijoitettu yhteen. Kirjoituspäässä on tyypillisesti noin 50 suutinta.

Edellä esitetyn kolmen erilaisen mustesäiliöratkaisun lisäksi HP on julkaissut syksyllä vuonna 1996 valokuvasäiliön. Valokuvasäiliö sisältää mustan värin lisäksi punertavan ja sinertävän värisävyn. jotka eivät ole samoja kuin kolmivärikasetissa. Käyttämällä valokuvakasettia ja kolmivärikasettia yhtä aikaa, saadaan aikaan enemmän värisävyjä kuin aikaisemmin. Tuloksena on sävykkäämpi kuva kuin muilla menetelmillä.

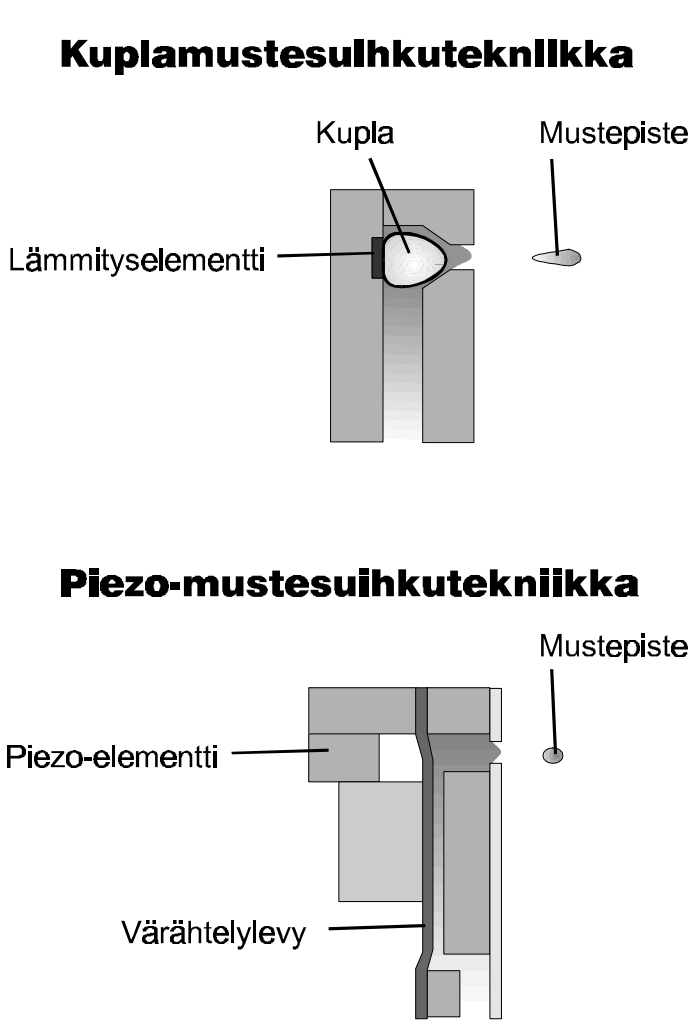
Canonin valokuvasäiliö sisältää normaalia vaaleampia perusvärejä. Yksittäinen piste voidaan tulostaa useammalla päällekkäisellä väripisteellä. Mitä enemmän väriä tulostetaan yhteen kohtaan, sen tummempi on lopputulos. Täten pisteiden tummuutta voidaan säätää ja värisävyjen skaala on laajempi.

Valokuvasäiliöitä voidaan käyttää vain tietyissä kirjoitinmalleissa.

Mustesuihku saadaan singottua suuttimesta lämmittämällä mustetta nopeasti. Musteen lämpenemien saa aikaan mustekuplan, jonka työntää suuttimessa olevan musteen suuttimen aukosta kohti paperia. Jäähtyminen saa aikaan alipaineen, joka imee mustetta suihkutuskammioon. Tätä tekniikkaa kutsutaan **kuplamustesuihkutekniikaksi** (*Bubble Jet*).

Harvinaisempi tekniikka käyttää keraamista kirjoituspäätä, jossa muste singotaan muuntamalla keraamisen kirjoituspään muotoa pietsosähköisesti. Piezo-elementti työntää värähtelylevyä, joka saa aikaan musteen työntymisen suutinaukosta paperille.

Piezo-tekniikan etuna on mustepisteen parempi pallomaisuusmuoto, suurempi toimintanopeus sekä se, että kirjoituspäätä ei tarvitse lämmittää, jolloin myös sähkön kulutus on pienempi.



Kuva: Kuplamustesuihku- ja piezo-tekniikka.

Merkittävimpiä mustesuihkukirjoitinvalmistajia ovat Hewlett Packard ja Canon. Niiden merkittävin ero on siinä, että HP:n kirjoituspäässä suutinputki on lyhyempi ja lämmitinelementit on sijoitettu lähemmäksi suutinaukkoja kuin Canonin kirjoituspäässä. HP:n ratkaisun teoreettisena etuna on, että mustepisarat voidaan ampua nopeammassa tahdissa. Canonin ratkaisu taas mahdollistaa suutinaukkojen sijoittamisen lähemmäksi toisiaan ja osittain tästä syystä tarkemman resoluution.

Canonin mustesuihkutekniikkaan perustuvien kirjoittimien suurin resoluutio on yleensä 360 pistettä tuumalle, kun taas HP:n ratkaisussa resoluutio on 300 pistettä tuumalle. Uudemmissa kirjoittimissa suurimmat väriresoluutiot ovat 720x360 ja 600x300 dpi. Silmä ei huomaa tulostuksessa tarkkuuseroja näiden kahden välillä.

Epsonin kirjoittimet käyttävät Piezo-tekniikkaa ja pystyvät tulostamaan

jopa 1440x720 pisteen tarkkuudella.

Suutinten puhdistus

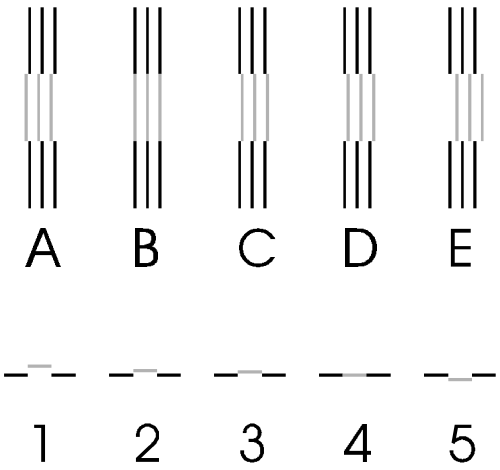
Lähes kaikki uudet mustesuihkukirjoittimet sisältävät automaattisen kirjoitussuuttimien puhdistuksen. Puhdistus suoritetaan ohjausohjelman avulla tai käyttämällä kirjoittimen painonappeja.

Puhdistus on syytä tehdä aina, kun kirjoitin on ollut vähän aikaa käyttämättömänä tai tulostusjälki on epätasaista. Jos yksi tai useampi väri tulostuu raidallisena tai vaaleana, on syytä suorittaa puhdistus.

Kirjoituspäiden kohdistus

Niissä mustesuihkukirjoittimissa, joissa on kaksi erillistä väripatruunaa, tarvitaan kohdistusoperaatiota. Jos väripatruunat tulostavat hieman eri kohtiin pysty- tai vaakasuunnassa, tulee tulostuksesta huono. Seurauksena on tiettyjen värien ja värisävyjen huono laatu, joka johtuu värien siirtymisestä.

Väripatruunoiden kohdistus suoritetaan ohjelmallisesti tai käyttämällä kirjoittimen painonappeja. Kohdistus tapahtuu kirjoittimen tulostamien tasausviivojen avulla. Esimerkiksi vaakasuuntainen kohdistus tapahtuu tulosteen pystysuuntaisia viivoja tutkimalla. Kirjoittimelle ilmoitetaan, mitkä viivat ovat suorassa linjassa keskenään.



Kuva: Kirjoituspäiden kohdistusviivat paperille tulostettuna.

Edellä olevassa kuvassa vaakasuuntaisen kohdistuksen arvoksi ilmoitetaan kirjain B ja pystysuuntaisen numero 4. Näiden tietojen avulla kirjoitin kohdistaa kirjoituspäät keskenään.

Paperin merkitys

Mustesuihkukirjoittimien ongelmana on musteen leviäminen paperin huokosiin. Mitä tasaisempi paperi, sitä parempi tulostusjälki. Mustesuihkupaperi on hyvin tasainen ja hiukan kiiltävähkö. Joillakin valmistajilla on jopa eri tarkkuuksille omat erikoispaperinsa, joista yleisimpiä ovat noin 300 dpi ja 600 dpi paperiarkit.

Parhaan tulostusjäljen saa kiiltopaperille *(High Glossy)*, jonka pinta on muovimainen aivan kuin valokuvissakin. Tulostettu kuva on hyvin tarkka ja värit ovat sävykkäät.

Jokaisella kirjoittimen valmistajalla on omat suositukset kirjoittimeen sopivasta paperista. Näitä onkin syytä noudattaa, jotta saavutetaan paras mahdollinen tulostuslaatu. Ennen tulostusta on laiteohjaimen määrityksissä aina valittava käytössä oleva paperi. Väärä valinta aiheuttaa huonon tulostusjäljen.

Tavalliselle paperille *(Plain)* tulostettu jälki häviää aina paremmille papereille tulostetulle jäljelle. Uusimmat kirjoittimet pystyvät tulostamaan kuitenkin jo varsin hyvää jälkeä tavalliselle kopiopaperillekin. Useissa tapauksissa jälki on täysin riittävä ja paperikuluissa säästyy pitkä penni.

Mustesuihkukirjoittimia käytettäessä on huomioitava, että kaikki mustesuihkukirjoittimen tulosteet eivät ole arkistointikelpoisia. Kirjoittimessa käytetystä musteesta riippuen tulosteet kestävät eri tavoin kosteutta. Käytännön testin voi tehdä kostuttamalla sormen ja pyyhkimällä sillä tulostetta. Värimustesuihkukirjoittimien värillisissä mustekomponenteissa ja mustassa musteessa voi olla eroja.

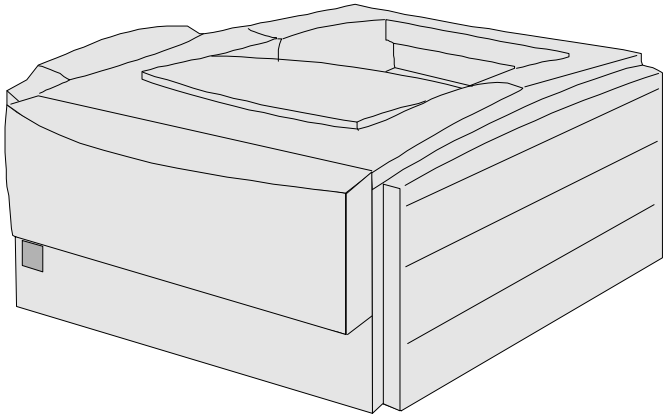
Liitännät

Mustesuihkukirjoittimessa on yleensä sekä Centronics-tyyppinen rinnakkaisliitäntä. Joissakin malleissa on myös sarjaliitäntä ja AppleTalk-liitäntä Macintoshiin. Suuremmissa kirjoittimissa on verkkovirran muuntaja sisäänrakennettu, mutta pienemmissä malleissa on käytettävä ulkoista muuntajaa.

Laserkirjoittimet

Laserkirjoittimilla *(Laser Printer)* saavutetaan hyvä ja tasainen tulostusjälki. Lisäksi ne ovat nopeita ja hiljaisia.

Laserkirjoittimia löytyy niin mustavalko- kuin väriversioinakin. Mustavalkotulostus on kuitenkin laserkirjoittimien tärkein kohde.

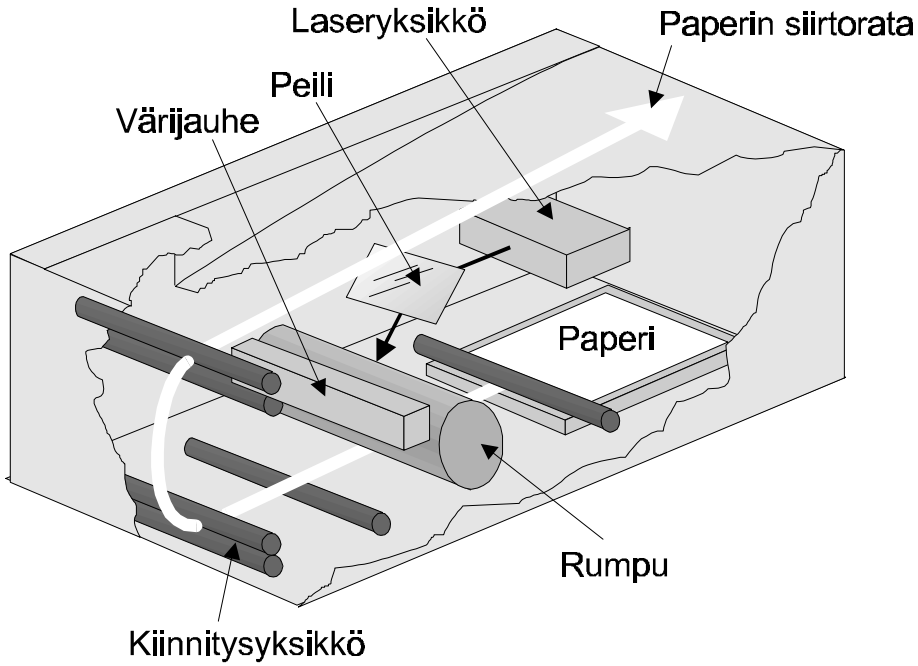


Kuva: Laserkirjoitin.

Laserkirjoittimen etuina ovat myös hyvä toimintavarmuus ja helppo huollettavuus.

Toiminta

Laserkirjoitin toimii yksinkertaistettuna siten, että lasersäteellä piirretään mustiksi tulevat pisteet rumpuun. Värijauhe tarttuu näihin pisteisiin. Myös päinvastaisella tekniikalla toimivia laserkirjoittimia on olemassa. Kun paperi liikkuu rummun pinnan kautta, tarttuu paperiin värihiukkaset. Kiinnitysyksikössä paperi kuumennetaan nopeasti, jolloin hiukkaset tarttuvat paperiin kiinni.



Kuva: Yksinkertaistettu laserkirjoittimen toimintaperiaate.

Usein rumpu, värijauhe ja koko laseryksikkö ovat samassa vaihdettavassa kotelossa. Tällöin värijauheen vaihto on helppoa. Koska rumpu ei myöskään kestä kuin tietyn käyttömäärän, vaihtuu se myös samalla uuteen.

Laserkirjoittimen tärkeitä toiminnallisia osia ovat siis

- Valotusyksikkö
- Rumpu
- Kehitysyksikkö
- Kiinnitysyksikkö
- Koronayksiköt (tai varausrullat)

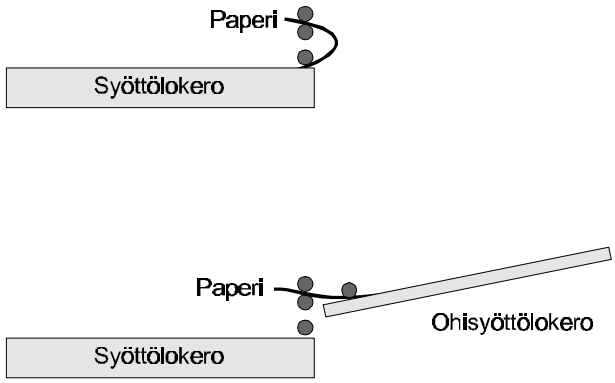
Seuraavana kerrotaan **laserkirjoittimen toiminta** tarkemmalla tasolla.

Paperiarkki saatetaan ottaa kirjoitinmallista riippuen syöttölokeron kummasta reunasta tahansa. Yleensä paperi otetaan etureunasta, jos lokero on kirjoittimen ulkopuolella ja takareunasta, jos lokero on kirjoittimen alapuolella.

Esimerkiksi HP 6 -sarjan kirjoittimissa lokero on kirjoittimen alapuolella, jolloin paperi vedetään takareunasta ja käännetään ympäri. Ohisyöttöloke-

ro avataan kirjoittimen ulkopuolelle ja silloin paperi jatkaa suoraa paperirataa koneistoon.

On syytä olla tarkkana kummin päin paperi laitetaan lokeroon, jos sen toisella puolelle on jo tulostettu.



Kuva: Paperin syöttötavat HP 4 -sarjan kirjoittimessa.

Varauskorona (*Charge Corona*) varaa koko rummun sähköisesti. Tämän jälkeen lasersäde muodostaa kuvan rummun pinnalle. Sädettä ohjataan vaakasuunnassa pyörivän peilin avulla juova kerrallaan. Pystysuuntaisesta liikkeestä huolehditaan pyörittämällä rumpua, joka pyörii vakionopeudella tahdistettuna peiliin.

Lasersäde kytketään päälle niissä kohdissa, joihin piirretään mustat pisteet. Tämä saa rummun pinnan sähkövarauksen purkautumaan niistä kohdista, joihin lasersäde osuu. Varaus jää vain valkoisiksi tarkoitettuihin alueisiin.

Kun rummun pintaan on piirretty sopivan kokoinen alue, siirtää kehitysyksikön magneettiharja väriainetta rummun pintaan. Sähköisesti varatut alueet hylkivät väriainetta ja laservalolla piirretyt alueet imevät väriainetta puoleensa.

Tämän jälkeen siirtokorona (*Transfer Corona*) vetää puoleensa värijauhetta. Paperi kulkee rummun ja siirtokoronan välistä, joten värihiukkaset jäävät paperiin.

Väriaine kiinnitetään paperiin kuuman kiinnitystelan avulla (n. 200 - 300 °C), joka sulattaa väriaineen. Väriaine jää tiukasti paperiin kiinni eikä se

tuhraannu kosketettaessa.

Lopulta rummusta poistetaan varaus ja rummun pinta puhdistetaan siihen jääneistä ylimääräisistä väriainehiukkasista, jotka siirretään käytetyn väriaineen lokeroon.

Vaihdettavat osat

Laserkirjoittimessa on joukko osia, jotka on aika ajoin vaihdettava. Tällaisia osia ovat väriainekasetti, kehitysyksikkö ja rumpu. Lisänä voi olla öljyhuopa ja kiinnitysyksikkö.

Nykyisin lähes kaikissa laserkirjoittimissa väriaine, kehitysyksikkö ja valotusrumpu on yhdistetty kerralla vaihdettavaksi kasetiksi. Muut osat kestävät suurinpiirtein koko kirjoittimen käyttöiän.

Kirjoittimesta riippuen värikasetti kestää noin 6 000 - 8 000 sivua viiden prosentin peitolla. Joissakin kirjoittimissa on myös säästötulostus, jolloin väriainetta kuluu vähemmän, mutta tulostuslaatu on huonompi.

Värikasettia vaihdettaessa on syytä varoa voimakasta valoa tai muutenkin valon osumista valoherkkään rumpuun. Tästä syystä uusi rumpukin on pakattu valotiiviiseen suojakoteloon. Täten laserkirjoittimen kanttakaan ei saa jättää avoimeksi muuten kuin vaihto- ja huoltotoimenpiteiden ajaksi.

Varo koskemasta rumpuun väriainekasetin vaihdon aikana. Sormenjälki jättää jo pysyvän vaurion, joka näkyy tulostuslaadussa. Rumpu näkyy useimmissa väriainekaseteissa suojamuovien välistä.

Tarkkuus

Laserkirjoittimen perustarkkuus on perinteisesti 300 pistettä tuumalle. 600 pisteen tarkkuus on yleistynyt voimakkaasti ja se alkaakin olla perustarkkuus edullisimmissakin laserkirjoittimissa. Kalliimmat laserkirjoittimet pystyvät tulostamaan jopa 1 200 pistettä tuumalle.

Laserkirjoittimet hallitsevat tyypillisesti myös pienempiä resoluutioita, esimerkiksi 150 ja 75 pistettä tuumalle. Näitä joudutaan käyttämään tosin hyvin harvoin vain erikoistilanteissa.

Prosessori

Kirjoittimen oma prosessori suorittaa kaikki tulostamiseen liittyvät laskennalliset tehtävät. Tulostettava kuva on muokattava oikeaan muotoon mikrolta lähetettyjen tietojen mukaisesti. Mitä nopeammin prosessori suorittaa laskutehtävät, sitä nopeammin kuvaa aletaan tulostamaan. Suurimmillaan tulostusnopeus on kirjoittimen koneiston maksiminopeuden mukainen. Yleensä tulostusnopeus on kuitenkin selvästi pienempi, koska prosessori ei kerkiä suorittamaan laskuja riittävän nopeasti.

Kirjoittimien prosessoreina käytetään yleisesti Motorolan 68000-sarjaa tai Intelin 960 RISC -sarjaa. Intelin prosessori on selvästi nopeampi ja sitä käytetään uudemmissa kirjoittimissa enemmän.

Muisti

Laserkirjoittimen tarvitsema muistimäärä riippuu tulostuksen tyypistä ja käytetystä ohjauskielestä. Tavallinen teksti vaatii huomattavasti vähemmän muistia, kuin monimutkainen vektorigrafiikkapiirros tai valokuva. Myös tulostusten koko vaikuttaa muistitarpeeseen. Ohjauskielistä esimerkiksi yleisin PCL vaatii vähemmän muistia kuin PostScript.

Laserkirjoittimet ovat sivukirjoittimia, jotka tarvitsevat koko sivun tiedot muistiinsa ennen kuin ne voivat tulostavat sivun. Tästä syystä laserkirjoittimessa on yleensä vähintään 512 kt RAM-muisti, jota voidaan laajentaa usein kymmeniin megatavuihin. Tulostettaessa kokosivun grafiikkaa 300 dpi tarkkuudella, tarvitaan laserkirjoittimessa vähintään 1,5 Mt muistia.

Huomaa, että nostettaessa tulostustarkkuutta kaksinkertaiseksi, tarvittava muistin määrä nelinkertaistuu. Tämä johtuu siitä, että jokaisen pisteen paikalle onkin piirrettävä neljä pistettä.

Jotkut kirjoittimet käyttävätkin erilaisia pakkaustekniikoita tulostuksessa, jolloin pienemmällä muistimäärällä voidaan tulostaa koko sivun grafiikkaa. Useissa tapauksissa 1 megatavu tai jopa 512 kilotavua riittääkin 300 dpi:n koko sivun grafiikan tulostukseen. Uusimmissa edullisissa laserkirjoittimissa voidaan tulostaa 600 dpi:llä koko sivun grafiikkaa, vaikka kirjoittimessa on vain yksi megatavu muistia. Hyvin monimutkaiset kuvat

eivät kylläkään tulostu, vaan on tyydyttävä tyypillisiin peruskuviin. Muistia laajentamalla kaikki kuvat tulostuvat.

Useimpiin laserkirjoittimiin voidaan muistia lisätä tavallisilla SIMM-kammoilla. Yleensä käytetään pariteetitonta 72-pinnistä SIMM-muistimoduulia. Muistilaajennuspaikka löytyy kirjoittimen päältä tai sivusta avattavan luukun alta.

Seuraavassa taulukossa on suuntaa antavia muistimääriä PCL- ja PostScript-kielille.

	PCL	PostScript
300 dpi (minimi)	1,5 Mt	4 Mt
300 dpi (suositeltavampi)	2 Mt	10 Mt
600 dpi (minimi)	2 Mt	6 Mt
600 dpi (suositeltavampi)	4 Mt	16 Mt

Laserkirjoitin tarvitsee muistia seuraavien tehtävien hallintaan:

- Kirjoitinkielen tallennus
- Tulostustyön vastaanotto, säilytys ja käsittely
- Kirjasinten, makrojen ja muiden resurssien hallinta

Nopeus

Laserkirjoittimen nopeus riippuu kahdesta seikasta: prosessointinopeudesta ja koneiston nopeudesta. Yleensä laserkirjoittimen nopeus ilmaistaan vain sivuina minuutissa, jolla tarkoitetaan koneiston nopeutta. Mutta, jos prosessointi on hitaampi, ei kirjoitin tietenkään voi tulostaa koneiston nopeudella. Jos prosessointinopeus on koneiston nopeutta suurempi, on kuitenkin suurin mahdollinen nopeus koneiston nopeus. Kirjoitin ei pysty siirtämään paperia sitä nopeammin.

Käytännössä tulostusnopeus on hiukan hitaampi kuin koneiston nopeus. Mitä monimutkaisempi tulostus on, sitä hitaammin se tulostuu. Suuret kuva hidastavat helposti tulostusta esimerkiksi puoleen koneiston nopeudesta.

Yksinkertaisella, pelkkää tekstiä sisältävällä tulostuksella, saavutetaan nopein lähes koneiston nopeudella tapahtuva tulostus. Tällöinkin on edellytyksenä, että käytettävät kirjasimet löytyvät kirjoittimesta.

Yleisiä koneiston nopeuksia ovat 4, 6, 8, 12, 16 ja 20 sivua minuutissa. Mitä suurempi nopeus, sitä kalliimpi kirjoitin.

Liitännät

Laserkirjoittimessa on yleensä sekä Centronics-tyyppinen rinnakkaisliitäntä, että sarjaliitäntä, joka toimii RS 232 C- tai RS 422 -standardin mukaisesti. Joissakin malleissa on myös AppleTalk-liitäntä Macintoshiin ja verkkoliitäntä, jolla kirjoitin liitetään suoraan verkkoon tarvitsematta liittää sitä verkkopalvelimeen.

Osa usealla liitännällä varustetuista kirjoittimista hallitsee **liitäntöjen yhteiskäytön.** Tällöin kirjoitin voidaan liittää esimerkiksi kahteen mikroon käyttäen toisessa sarjaliitäntää ja toisessa rinnakkaisliitäntää. Kirjoitin tunnistaa käytetyn liitännän automaattisesti. Osa kirjoittimista tunnistaa automaattisesti myös, käytetäänkö esimerkiksi PCL- vai PostScript-ohjauskieltä.

Virrankulutus

Uudet laser-kirjoittimet kuluttavat tulostuksessa noin 300 W tehoa ja valmiustilassa alle 100 W. Virransäästötilassa tehonkulutus on vain noin 20 W. Kun kesken virransäästötilan aloitetaan tulostus, kestää kirjoittimen lämpiäminen noin minuutin.

Vanhemmat laserkirjoittimet käyttävät tulostukseen lähes 1 000 watin tehomäärän.

Tarkkuuden kasvattaminen

Laserkirjoittimen 300 pisteen tuumatarkkuutta on pyritty kasvattamaan paitsi kehittämällä tarkempiin resoluutioihin kykeneviä laserkoneistoja

myös keinotekoisin menetelmin, joilla alunperin 300 pisteen tuumatarkkuuteen tarkoitetun koneiston näennäistä resoluutiota saadaan kasvatettua yleensä 600 pisteeseen tuumalle.

Uudemmissa kirjoittimissa on sisäänrakennettuna tarkkuuden kasvattaminen ja moniin vanhempiin (erityisesti LaserJet II -yhteensopiviin) kirjoittimiin tarkkuuden kasvattaminen on saatavana lisävarusteena. Keinotekoisten tarkkuudenkasvatusmenetelmien etu on siinä, että kirjoittimessa ei tarvita enempää RAM-muistia kuin 300 pisteen tarkkuudella tulostettaessa. Seuraavassa on selostettu tarkkuuden kasvattamisen perusteet.

Vaakatarkkuuden lisääminen on suhteellisen helppoa, sillä se onnistuu kasvattamalla lasersäteen kytkentätaajuutta juovan piirron aikana.

Pystysuuntaisen tarkkuuden kasvattaminen on monimutkaisempi prosessi. Rummun pinnalle valotettujen pisteiden energiataso heikkenee pisteiden keskustasta reunoille siirryttäessä siten, että reunojen energiataso ei riitä väriaineen siirtämiseksi rumpuun. Tästä syystä lasersäteen halkaisija on jonkin verran suurempi kuin juovan paksuus, jotta yhteneväisiin tummiin alueisiin ei jäisi vaaleita juovia. Pystyresoluution kasvattaminen perustuu juovan reunojen jäännösenergiaan. Kun tätä aluetta valotetaan lyhyellä laserpulssilla, muuttuu rummun pinnan varaus siten, että kyseiseen kohtaan siirtyy värijauhetta, mutta itse pisteen koko on pystysuunnassa lyhyempi kuin juovan leveys.

Kirjasimet

Laserkirjoittimessa on sisäänrakennettuna joukko kirjasimia (*Font*). LaserJet-yhteensopivissa kirjoittimissa on tyypillisesti vähintään Courier- ja LinePrinter-kirjasimet. PostScript-kirjoittimissa kirjasimien määrä on suurempi. Moniin kirjoittimiin voi hankkia myös kirjasinkasetteja, joilla sisäisten kirjasinten määrää saadaan kasvatettua.

Nykyisin etenkin Windowsia käytettäessä vakiokirjasinten lukumäärä ei ole kovin tärkeää, sillä Windowsin skaalattavat TrueType-kirjasimet ovat kirjoitinriippumattomia ja ne voidaan tulostaa millä kirjoittimella tahansa. Myös PostScript-kirjasimia (Type 1) voidaan käyttää kirjoitinriippumattomasti erilaisten apuohjelmien avulla (esimerkiksi Adobe Type Managerin avulla).

Kirjasin-teknologia	Kehittäjä	Kirjasinteknologiaa käyttävä ohjauskieli	Tuki DOS-ohjelmissa	Tuki Windowsissa
Intellifont	Agfa Division, Miles Inc.	PCL 5 (LaserJet III)	Tärkeimmät sovellukset (PCL 5 kirjoittimet)	Intellifont-for-Windows, SuperPrint
Speedo	Bitstream Inc.	Laiteriippumaton	Tärkeimmät sovellukset, vaatii erikoistuen	FaceLift for Windows, SuperPrint
TrueType	Apple Computer Inc., Microsoft Corp.	Laiteriippumaton	Ei	Sisäänrakennettu Windowsiin
Type 1	Adobe Systems Inc.	PostScript	Tärkeimmät sovellukset (Post Script-kirjoittimet)	Adobe Type Manager,

TAULUKKO. Tärkeimmät skaalattavat kirjasinteknologiat.

Laserkirjoittimen ohjauskielet

Seuraavana esitellään yleisimmät laserkirjoittimien ohjauskielet: PostScript ja PCL. PCL on huomattavasti yleisempi.

PostScript

PostScript on Adobe Systems:in kehittämä sivunkuvauskieli, jossa sivu lähetetään kirjoittimelle käyttäen PostScript-kielisiä ohjelmia. PostScript kirjoittimessa oleva tulkkiohjelma tulkitsee PostScript-ohjelman. PostScript-kieli on laajalti käytetty ja se tarjoaa laiteriippumattoman tavan esittää dokumentteja. Sama sivu voidaan tulostaa yhtä hyvin tavallisella PostScript-laserkirjoittimella kuin Linotronic-latomakoneella. PostScript-kielestä on kehitetty myös näytöille tarkoitettu Display PostScript, jota käyttää mm. Next-tietokone.

Alkuperäiset PostScript Level 1:n lisäksi on kehitetty Post Script Level 2, jossa on lisänä muun muassa tiedon tiivistys ja erityisesti väritulostukseen tarkoitettuja laajennettuja ominaisuuksia.

PostScript-kirjasimet jakaantuvat Type 1 ja Type 3 -kirjasimiin. Type 1 -kirjasimet ovat skaalattavia ja niissä käytetään niin sanottuja vihjeitä (*Hints*), jotka parantavat erityisesti pienikokoisten kirjaimien näennäistä ulkoasua. Type 3 -kirjasimet eivät käytä vihjeitä, mutta niiden käsittelyssä voidaan käyttää itse PostScript-kieltä. Type 3 -kirjasimet voidaan täyttää esimerkiksi sävyliu'utuksella.

PostScript-kirjoittimissa on prosessori, joka ajaa PostScript-tulkkiohjelmaa. Käytettyjä prosessorityyppejä ovat Motorola 68000 -sarjan prosessorit ja RISC-prosessorit (esimerkiksi i960). Adoben PostScript-tulkin sijaan joissakin kirjoittimissa käytetään PostScript-kloonitulkkeja.

PCL

PCL (*Printer Control Language*) on Hewlett Packardin kehittämä ohjauskieli HP LaserJet -sarjan kirjoittimiin. Sittemmin PCL-kieltä ovat ryhtyneet käyttämään monet muut laserkirjoitinvalmistajat, mistä syystä tällaisia kirjoittimia sanotaan PCL-yhteensopiviksi tai LaserJet-yhteensopiviksi.

PCL-kielestä on kuusi perustasoa, joista nykyiset laserkirjoittimet käyttävät tasoja 4, 5 ja 6. Ohessa PCL-kielen tasot ja tärkeimmät ominaisuudet. Kaikki tasot ovat alaspäin yhteensopivia.

PCL Level 1:	22 Escape-komentoa. Perustulostus ja yksinkertainen rasterigrafiikka.
PCL Level 2:	37 Escape-komentoa. Marginaalit, rivivälistys, kursoriohjaus.
PCL Level 3:	50 Escape-komentoa. Uusia muotoilukomentoja.
PCL Level 4:	72 Escape-komentoa. Poikittaistulostus, ohjelmalliset fontit.
PCL Level 5:	Skaalattavat kirjasimet (Compugraphic's Intellifont), tekstin kierto, piirturien ohjaukseen käytetty HP-GL/2-kieli.

PCL Level 5C: PCL Level 5:n väriversio HP PaintJet XL300-värimustesuihkukirjoittimesta alkaen.

PCL Level 6: PCL 6 julkistettiin LaserJet 5, 5N ja 5M -kirjoittimissa. Koodin tehokkuuden ja nopeampien prosessoreiden ansiosta tulostus on selvästi aiempia versioita nopeampaa.

LED- ja LCS-kirjoittimet

LED- ja LCS-kirjoittimien toimintaperiaate on sama kuin laserkirjoittimissa lukuunottamatta rummun valotusta. Nämä kirjoittimet ovat yleensä edullisempia kuin laserkirjoittimet.

LED-kirjoittimessa (*Light Emitting Diode*) lasersäde ja pyörivä peili on korvattu LED-rivistöllä, jossa kutakin vaakasuuntaista pistettä kohden on erillinen LED-elementti. 300 pisteen tuumatarkkuuteen kykenevässä kirjoittimessa riviä kohden on 2 400 LED-elementtiä. LED-kirjoitin valottaa rummun pintaa juova kerrallaan.

LCS-kirjoittimessa (*Liquid Crystal Shutter*) valonlähteenä on tavallisesti halogeenilamppu ja rummun valotusta ohjataan nestekidesulkimen avulla. LED-kirjoittimen tapaan LCS-kirjoitin valottaa rummun pintaa juova kerrallaan.

LED- ja LCS-tekniikan teoreettisena etuna lasertekniikkaan nähden on parempi mekaaninen vaakatarkkuus, sillä niissä kullekin vaakasuuntaiselle kuvapisteelle on erillinen kiinteä valonlähde.

GDI-kirjoittimet

GDI-kirjoitin *(Graphical Device Interface)* suorittaa mikrotietokoneen prosessorissa varsinaiset kuvan tulostuksen vaatimat laskutoimitukset. Sen jälkeen arvot siirretään kirjoittimeen, joka tulostaa kuvan.

Tavallisessa kirjoittimessa kuvan tiedot siirretään suoraan kirjoittimeen, joka tekee tulostuksen vaatimat laskutehtävät.

GDI-kirjoittimen etuja ovat

- Kuvan tietoja ei tarvitse kääntää millekään ohjauskielelle, kuten esimerkiksi PCL- ja PS-kielille. Kuvaan tieto voidaan suoraan kääntää näyttöinformaatiosta tulostettavaan muotoon.

- Kirjoitin on huomattavasti edullisempi, koska prosessoria ja oheispiirejä ei tarvita.

Haittapuolia ovat

- Kirjoitin toimii pelkästään Windowsissa. Tämä tosin ei ole nykyään suuri haitta.

- Kirjoitin vaatii tehokkaan mikron, jotta tulostus olisi kohtuullisen nopeaa.

- Kirjoitin varaa mikron lähes täydellisesti tulostuksen aikana.

Monet GDI-kirjoittimet käyttävät ohjaukseen Microsoftin Windows Printing System -ohjelmaa. Se mahdollistaa kuvan kääntämisen bittikarttamuotoon, jonka avulla vähennetään mikron prosessorin kuormitusta.

GDI-kirjoitin on hyvä vaihtoehto, jos etsii edullista kirjoitinta, eikä hiukan tavallista kirjoitinta hitaampi tulostus haittaa. Lähes kaikki GDI-kirjoittimet ovat laserkirjoittimia.

Lämpösiirtokirjoittimet

Lämpösiirtokirjoittimet (*Thermal Wax Transfer*) ovat väritulostimia, jotka soveltuvat parhaiten esitysgrafiikan kalvojen tekemiseen.

Värinauha koostuu peräkkäisistä tulostusarkin kokoisista vahakalvoista, joiden perusväreinä ovat syaani, magenta ja keltainen tai edellisten lisäksi musta (ks. Värit ja kirjoitin). Värinauhasta kuluu siten kutakin sivua kohden kolmin- tai nelinkertainen pinta-ala sivuun verrattuna riippumatta siitä, kuinka paljon sivulle tulostetaan. On myös olemassa lämpösiirtokirjoitinmalli, joka käyttää kapeaa värinauhaa.

Kirjoituspää muodostuu kiinteästä lämpövastusrivistöstä, josta tarvittavat vastukset lämpenevät nopeasti ja sulattavat värinauhasta väripisteet paperiin rivi kerrallaan. Pystysuuntainen tulostus tapahtuu liikuttamalla paperia ja värinauhaa. Paperin kiinnipitomekanismi rajoittaa pystysuuntaista tulostusaluetta ja tämän kompensoimiseksi jotkut valmistajat käyttävät erikoispitkää paperia, jossa ylimääräistä osaa käytetään paperin kiinnipitomekanismille.

Useimmat lämpösiirtokirjoittimet käyttävät yksittäisarkkeja ja jotkut taas rullapaperia. Kummassakin tapauksessa paperi on erikoispaperia eli tavallinen kopiopaperi ei käy. Tulostettaessa väriaine muodostaa paperin pintaan vahamaisen kalvon, joka naarmuuntuu helposti. Lämpösiirtokirjoittimen tulosteita käsiteltäessä on siis oltava huolellinen.

Värilämpösiirtokirjoitinta käytettäessä on huomioitava, että värinauhaan jää negatiivikuva kaikesta tulostetusta. Erityisesti yksiväritulosteissa negatiivikuva on täydellinen, moniväritulosteissa kustakin perusväristä jää negatiivikuva. Jos tietosuoja on tärkeää, on tulostimen käyttöä valvottava ja käytetty värinauha hävitettävä tehokkaasti. Yleensä värilämpösiirtokirjoittimien kotelot eivät ole lukittavissa.

Vahasuihkukirjoitin

Vahasuihkukirjoittimet (*Solid Ink*) ovat eräänlaisia lämpösiirtokirjoittimen ja mustesuihkukirjoittimen välimuotoja. Ne käyttävät väriaineena kiinteää vahaa, joka kirjoitusvaiheessa sulatetaan ja suihkutetaan kirjoituspäästä. Väriaine kiinteytyy välittömästi osuttuaan paperiin. Menetelmän on kehittänyt Exxon vuonna 1983.

Merkittävä etu mustesuihku- ja värilämpösiirtokirjoittimeen nähden on, että vahasuihkukirjoitin ei tarvitse erikoispaperia. Erinomainen kuvanlaatu saavutetaan myös tavalliselle kopiopaperille. Tämä johtuu siitä, että paperin pintaan tulee väristä vahamainen kerros. Paperin kuidut ja pieni huokoisuus eivät vaikuta väriaineen leviämiseen.

Vahasuihkukirjoittimet soveltuvat sävykuvien tulostamiseen. Niiden lähin kilpaileva kirjoitintekniikka on sublimaatiotekniikka. Vahasuihkukirjoittimia on muun muassa Tektronixilla.

Sublimaatiokirjoitin

Sublimaatiokirjoittimet (*Dye Sublimation*) toimivat kuten lämpösiirtokirjoittimet (ks. Värilämpösiirtokirjoittimet), mutta niissä kirjoituspään lämpövastusten lämpötila on säädettävissä. Tämän ansiosta väripisteiden kokoa voidaan muuttaa. Menetelmän johdosta sublimaatiotulostimen jälki on valokuvamainen. Sublimaatiotulostimia kutsutaan myös sävykirjoittimiksi (*Continuous Tone Printer*).

Sublimaatiokirjoittimet on tarkoitettu sävykuvien tulostamiseen, eivätkä ne erityisen hyvin sovellu tekstikirjoittimiksi.

Sublimaatiokirjoittimen tulostusaika nelivärinauhalla on noin 5-10 minuuttia sivua kohden. Lämpösiirtokirjoittimien tapaan sublimaatiotulostimen värinauhaan jää negatiivikuva tulostetusta sivusta, joten tietosuojan ollessa tärkeä on tulostimen käyttöä syytä valvoa ja käytetyt värinauhat hävitettävä tehokkaasti.

Sublimaatiokirjoittimissa käytetään yleisimmin AMD:n RISC-prosessoreita, esimerkiksi 20 MHz AMD 29000 ja 25 MHz AMD 29050. Koneistoja valmistavat muun muassa Mitsubishi, Shinko ja Sharp. Tulostusresoluutio on nykyisin 300 pistettä tuumalle. Sublimaatiokirjoittimien valmistajia: Mitsubishi, QMS, Tektronix.

Kopiokonetulostin

HP on tehnyt yhdistetyn värikopiokoneen, -kuvanlukijan ja -tulostimen yhdistelmän, joka kulkee nimellä HP OfficeJet Pro. Laitteessa on valokansi, johon kopioitavat tai luettavat paperit asetetaan. Kopio tulostetaan mustesuihkutekniikalla, jossa on yksi musta ja yksi kolmiväripatruuna.

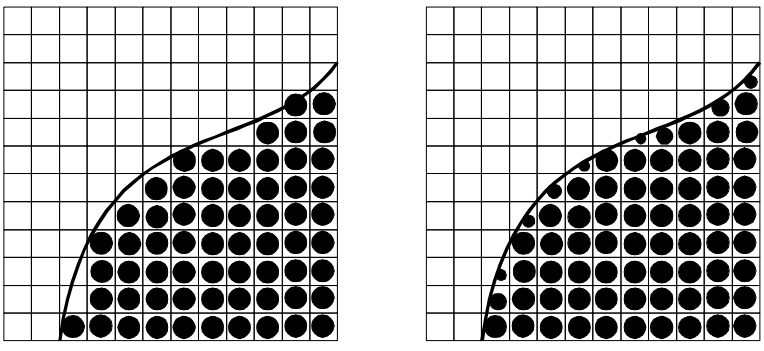
Kopiointi on helppoa, sillä mustavalko- ja värikopionapit ovat hyvin esillä. Kopioiden kappalemäärä voidaan niinikään asettaa. Lisäksi värikomponenttien voimakkuuksia voidaan säätää, jos kopion väritasapaino ei miellytä silmää.

Tällainen laite on pienen toimiston monitoimityökalu. Erillisiä laitteita ei tarvita, sillä yksi laite pystyy tekemään kaikki tärkeimmät tehtävät. Laite voidaan kytkeä suoraan verkkoon takapaneelissa olevilla verkkoliittimillä.

Reunan parannustekniikka

RET (*Resolution Enhancement Technology*) on Hewlett Packardin alunperin HP LaserJet III:een (1990) kehittämä tarkkuudenkasvatusmenetelmä. RET lisää merkkien rosoreunoihin tavanomaista pistettä pienempiä pisteitä, jotka loiventavat viivan reunaa. Kirjoitin säätää kunkin pisteen koon ja paikan erikseen. Se saa merkit näyttämään täyteläisemmiltä ja viivat suoremmilta. RET ei vaikuta parantavasti harmaasävykuviin.

Reunanparannustekniikoita löytyy mustesuihku- ja laserkirjoittimista.



Kuva: Pisteiden tulostus viivarajaa seuraamalla tavallisella ja reunanterävöintitekniikalla.

Muut valmistajat ovat kehittäneet oman RET:iä vastaavat reunanparannustekniikat.

Seuraavassa taulukossa on yleisimmät tekniikat.

Tekniikka	Valmistaja
RET	Hewlett Packard
C-RET	Hewlett Packard
AIR	Canon
PQET	Lexmark (IBM)
FIAL	Ricoh
OST	OKI
ART	Citizen
SET	NEC
EET	Panasonic

HP on kehittänyt myös värikuville oman C-RET-tekniikan. C-RET mahdollistaa neljän eri väripisteen käytön yhtä pikseliä kohti. Tällöin kuvan sävyt pehmenevät ja liukuvärit ovat paremman näköisiä. Sekä C-RET että mustavalkotulostuksessa käytettävä RET mahdollistavat pisteen koon säätämisen, jolloin saavutetaan tulostusjäljen suurempi tarkkuus. Pisteen koko säädetään musteen määrän avulla, joka mahdollistaa tarkan pisteiden ohjauksen.

IET

IET (*Image Enhancement Technology*) on NewGenin käyttämä tarkkuudenkasvatusmenetelmä, josta on kaksi tasoa. Taso 1 toimii samoin kuin HP:n RET. Taso 2 toimii myös harmaasävykuvissa kasvattaen harmaasävyjen määrän enimmillään 197:ään.

Apple PhotoGrade

PhotoGrade on Applen kehittämä tekniikka, jonka Apple otti käyttöön ensimmäisen kerran LaserWriter IIg -kirjoittimessa (1991). PhotoGrade:lla saadaan 65 harmaasävyä 800 pisteen näennäisellä tuumatarkkuudella.

Emuloinnit

Emuloinnilla tarkoitetaan, että kirjoitin pystyy toimimaan myös jonkin muun kirjoittimen ohjauskomennoilla omien ohjauskomentojen lisäksi. Useissa kirjoittimissa on emulointeja muista tunnetuimmista ja yleisimmistä kirjoittimista.

Matriisikirjoittimissa käytetään Epson- ja IBM Proprinter -emulointeja. Emuloitava kirjoitinmalli vaihtelee, mutta yleensä kirjoitin emuloi ominaisuuksiltaan mahdollisimman samankaltaista Epson- tai IBM-kirjoitinta. Mustesuihkukirjoittimissa yleisimmät emuloinnit ovat HP DeskJet- ja laserkirjoittimissa HP LaserJet -sarjat.

Emulointi valitaan joko ohjelmallisesti, kirjoittimen ohjauspaneelista tai kotelon sisällä olevilla kytkimillä. Joissakin kirjoittimissa emuloinnin tunnistus voi olla myös automaattinen.

Kirjoitinten ohjauskielet

Tässä luvussa esitellään kirjoittimien yleisimmät ohjauskielet: PCL, CaPSL ja PostScript. Jokaisessa kirjoittimessa on jokin ohjauskieli, jonka avulla tieto piirtyy oikein paperille.

PCL- ja CaPSL-ohjauskielten koodaukset ovat kirjan lopussa olevissa liitteissä. Sieltä löytyy myös tietyn dokumentin koodiesimerkki PCL-, CaPSL- ja PostScript-ohjauskielillä.

PCL

HP LaserJet -kirjoittimissa ja yhteensopivissa käytetään PCL-ohjauskieltä *(Printer Control Language)*. PCL on merkittävin laserkirjoittimien sivunkuvauskieli PostScriptin ohella.

PCL-kielestä on viisi tasoa, PCL I, PCL II, PCL III, PCL IV ja PCL V. Lisänä on PCL 5C, joka on PCL-ohjauskielen väriversio mustesuihkukirjoittimille HP PaintJet XL300 alkaen. Laserkirjoittimia ajatellen tärkeimmät PCL-kielen tasot ovat PCL IV (alkaen LaserJet II) ja PCL V (alkaen LaserJet III).

Komentojen syntaksi

Tässä käytetään seuraavia merkintätapoja:

#	tarkoittaa syöttöparametria
ESC	tarkoittaa merkkiä ASCII 27
SI	tarkoittaa merkkiä ASCII 15
SO	tarkoittaa merkkiä ASCII 14
SP	tarkoittaa välilyöntiä ASCII 32

Suurin osa PCL-kielen komennoista alkaa ohjausmerkillä ESC, jota seuraa joukko ASCII-merkkejä.

Esimerkiksi komento ESC&l26A asettaa sivun kooksi A4.

Joissakin komennoissa on syöttöparametri #. Esimerkiksi komento ESC&l63P asettaa sivun pituudeksi 63 riviä (63 on syöttöparametri).

Pitkiä komentosarjoja annettaessa joitakin komentoja voidaan yksinkertaistaa. Komentosarjaa yksinkertaistettaessa komentojen alussa olevaa ESC-ohjausmerkkiä ja sitä seuraavia kahta merkkiä ei tarvitse toistaa edellyttäen, että kunkin komennon ESC-ohjausmerkkiä seuraavat kaksi merkkiä ovat samat. Yksinkertaistusta suoritettaessa on muistettava, että yksinkertaistetun komentosarjan päättävän kirjaimen on oltava isolla kirjoitettu. Välissä olevien kirjainten on oltava pieniä.

Edellä olevat komennot ESC&l26A ja ESC&l63P voidaan lyhentää muotoon ESC&l26a63P sen sijaan, että jouduttaisiin antamaan pidempi komentosarja ESC&l26AESC&l63P.

Komentojen syöttäminen ei onnistuu suoraan DOS-komentotasolta, sillä kaikkia ohjausmerkkejä ei voi syöttää suoraan näppäimistöltä (esimerkiksi ESC-ohjausmerkkiä).

Jos käytettävissä on tekstieditori, jolla voidaan syöttää myös ohjausmerkkejä, voidaan tekstieditorilla tehdä komentotiedostoja. Komentotiedosto lähetetään kirjoittimelle komennolla

```
COPY/B TIEDOSTO PORTTI
```

missä TIEDOSTO on komentotiedoston nimi ja PORTTI kirjoittimen liitäntäportti. Jos esimerkiksi komentotiedoston nimi on ALUSTUS.TXT ja kirjoitin on liitetty porttiin LPT1, lähetetään komentotiedosto komennolla

```
COPY/B ALUSTUS.TXT LPT1
```

Jos useisiin tiedostoihin on tallennettu komentoja, jotka halutaan lähettää kirjoittimelle yhdellä komennolla, onnistuu se käyttämällä + -merkkiä tiedostonimien välissä COPY-komennossa, esimerkiksi:

```
COPY/B KOMENTO1.TXT+KOMENTO2.TXT+KOMENTO3.TXT LPT1
```

Komentotiedostoa ei kannata lähettää käyttöjärjestelmän PRINT-komennolla, sillä PRINT-komento suorittaa sivunsiirron tulostuksen lopuksi.

Toinen tapa on käyttää esimerkiksi QBASIC-ohjelmointikieltä. Tällöin tarvitaan yksinkertaisimmillaan vain LPRINT-komentoja ja CHR$-funktiota, esimerkiksi ohjelma:

```
10 LPRINT CHR$(27);"&l26A";
```

asettaa sivun kooksi A4. Huomaa, että ohjelmarivin perässä oleva ;-merkki jättää suorittamatta rivinsiirron ja kohdistimen palautuksen. Ilman ;-merkkiä sivulle tulostuisi tyhjä rivi. Huomaa myös että CHR$(27) tulostaa ESC-koodin.

Koska tämä ei ole täydellinen PCL-kielen ohjelmointiopas, voit joutua suorittamaan paljon kokeiluja, ennen kuin tekemäsi komentosarja toimii oikein. Kokeiluissa kannattaa käyttää apuna ohjelmaa, jolla PCL-tulostus voidaan ohjata tiedostoon.

Helpoimmin tulostuksen ohjaus tiedostoon onnistuu Windowsissa. Tulostus ohjataan tiedostoon valitsemalla Ohajuspaneelin Kirjoittimetvalikosta LaserJet-kirjoittimen liitännäksi (Connect) FILE:.

Kun tulostus on ohjattu tiedostoon, voi sitä tutkia esimerkiksi debuggerilla (DEBUG-komento) tai tekstieditorilla, joka näyttää myös ohjausmerkit. Käytä kokeiluissa mieluiten vain kirjoittimen sisäisiä fontteja (esim. Courier ja Line Printer), jottei tulostustiedoston koko kasvaisi suhteettoman suureksi.

Huomaa, että Windowsissa TrueType-fonttien käyttäminen erityisesti kirjoitinajurin asetuksella 'Print True Type as Graphics' kasvattaa tiedoston koon erittäin suureksi.

- Jos käytät tiedoston tutkimiseen DEBUG-komentoa, toimi seuraavasti (tässä on esitetty DEBUG-ohjelman käyttö äärimmäisen yksinkertaisella tavalla):

- Tarkasta DIR-komennolla tiedoston sisältämien tavujen määrä.

- Käynnistä DEBUG-komennolla DEBUG TIEDOSTO, missä TIEDOSTO on tutkittavan tiedoston nimi.

- Anna komento D ja paina RETURN. Näyttöön ilmestyy tiedoston 128 ensimmäistä merkkiä heksadesimaalimuodossa sekä ASCII-merkkeinä. Ohjausmerkit esitetään pisteinä.

- Anna komento D (ja paina RETURN), kunnes koko tiedosto on listattu. Huomaa, että D-komento listaa todellisuudessa RAM-muistin sisältöä 128 merkkiä kerrallaan. Kiinnitä huomiota vain niin moneen merkkiin kuin mitä tiedoston koko (kohta 1) on.

- Poistu DEBUG-ohjelmasta antamalla komento Q ja painamalla RETURN.

Seuraavana käsitellään tarkemmin fontin valintaa, sivuasetuksia ja makroja.

FONTTIEN HALLINNAN PERUSTEET

Kirjoittimessa valmiina oleva fontti (vakiofontti, fonttikortin fontti tai ohjelmallinen fontti) valitaan aktiiviseksi määrittelemällä fontin kuvaus, valitsemalla pääasiallinen tai toisarvoinen fontti tai määrittelemällä fontin ID-tunnus.

FONTIN VALINTA KUVAUKSEN PERUSTEELLA

Fontti valitaan kuvauksen perusteella määrittelemällä seuraavat ominaisuudet:

1) suunta (pysty, vaaka)
2) merkkivalikoima
3) askellus: kiinteä, suhteutettu
4) merkkitiheys
5) pistekoko
6) tyyli: kursivoitu, normaali
7) vahvennus: vahvennettu, ohut, normaali
8) kirjainperhe (Times Roman, Helvetica, jne.)

Edellä olevia ominaisuuksia määrittelemällä ei aina löydy kaikki määritellyt ominaisuudet toteuttavaa fonttia. Tällaisessa tapauksessa käytetään edellä olevan listan prioriteettijärjestystä. Vastaavasti kaikkia ominaisuuksia ei tarvitse määritellä fonttia valittaessa.

Suunta: ESC&1#O

#	Suunta
0	Pysty (portrait)

1	Vaaka (landscape)

Huomaa, että pystysuunta tarkoittaa tässä normaalia tulostussuuntaa, eli paperi on pystysuunnassa.

Merkkivalikoima: ESC(#

Kirjoittimen merkkivalikoimat riippuvat kirjoittimesta. Ohessa joitakin yleisiä merkkivalikoimia:

#	Merkkivalikoima
8U	HP Roman-8
10U	PC-8
19U	Windows (ANSI)

Askellus: ESC(s#P

#	Askellus
0	Kiinteä
1	Suhteutettu

Merkkitiheys: ESC(s#H

Merkkitiheys (#) ilmaistaan merkkeinä tuumalle. Luku voi sisältää desimaaliosan, esimerkiksi 16.66 on Line Printer -fontin merkkitiheys.

Tiheyttä ei tarvitse määritellä valittaessa suhteutettua fonttia. Jos tiheys annetaan suhteutettua fonttia valittaessa, valitaan fontti, jonka välilyöntimerkki vastaa annettua tiheyttä.

Pistekoko: ESC(s#V

Merkin korkeus (#) ilmaistaan pisteinä. Luku voi sisältää desimaaliosan, esimerkiksi Line Printer -fontin pistekoko on 8.50.

Merkin tyyli: ESC(s#S

#	Tyyli
0	Normaali
1	Kursivoitu

Vahvennus: ESC(s#B

Vahvennus ilmaistaan lukuna -7 - 7.

#	Vahvennus
7	Erikoisvahvennettu
3	Vahvennettu
0	Normaali
-3	Ohut
-7	Erikoisohut

Kirjainperhe: ESC(s#T

Kirjainperheet riippuvat kirjoittimesta. Ohessa on lueteltu joukko tyypillisiä kirjainperheitä koodeineen.

#	Kirjainperhe
0	Line Printer
1	Pica
2	Elite
3	Courier
4	Helvetica
5	Times Roman
6	Letter Gothic
7	Script
8	Prestige
9	Caslon
10	Orator

Oletetaan, että haluamme valita fontin, jolla on seuraavat ominaisuudet:

Suunta:	vaaka
Merkkivalikoima:	PC-8
Askellus:	suhteutettu
Koko:	8 pistettä
Tyyli:	kursivoitu
Paksuus:	normaali

13. Kirjoittimet

Kirjainperhe: Helvetica

Edellä kuvattu fontti valitaan seuraavalla komentosarjalla:

```
ESC&10OESC(10UESC(s1PESC(s8VESC(s1SESCs0BESC(s4T
```

Huomaa, että kaikki ESC-merkinnät on korvattava ASCII-merkillä 27. Komentosarja voidaan yksinkertaistaa muotoon:

```
ESC&l0OESC(10UESC(s1p8v1s0b4T
```

Edellisessä esimerkissä ei määritelty merkkitiheyttä, sillä sitä ei tarvitse määritellä suhteutetulle fontille.

ENSISIJAINEN JA TOISSIJAINEN FONTTI

PCL-kielessä voidaan määritellä ensisijainen ja toissijainen fontti, jotka saadaan nopeasti käyttöön komennoilla SI (ASCII 15) ja SO (ASCII 14). Ensisijainen fontti valitaan komennolla SI ja toissijainen fontti komennolla SO.

Ensisijainen fontti määritellään kuten aiemmin tässä luvussa on esitetty. Toissijainen fontti määritellään muuten samaan tapaan, mutta kaikissa niissä ESC-komennoissa, joissa ESC-koodia seuraa vasen sulku (, on käytettävä oikeaa sulkua).

FONTIN VALINTA ID-TUNNUKSEN PERUSTEELLA

Fontille voidaan valita ID-tunnusluku, jonka perusteella fontti saadaan nopeasti käyttöön. Tunnusluku voidaan valita sisäisille fonteille, fonttikortin fonteille ja ohjelmallisille fonteille. ID-tunnus voidaan valita kahdella tavalla:

TAPA 1

Kirjoittimessa valmiina olevalle fontille määrätään ID-tunnus valitsemalla fontti (kohdan x.1.1 mukaisesti) määritellen se ensisijaiseksi fontiksi (ks. x.1.2) ja valitsemalla fontille ID-tunnus komennolla ESC*c#D. Lopuksi fontti määritellään pysyväksi tai tilapäiseksi (ks. x.1.4).

Esimerkiksi komentosarja:

```
ESC&l0OESC(10UESC(s1PESC(s8VESC(s1SESC(s0BESC(s4T
ESC*c60D
ESC*c5F
```

Aktivoi ensin fontin (pystysuunta, PC-8-merkkivalikoima, 8 pistettä, ei kursivointia, ei vahvennusta, Helvetica-kirjainperhe), määrittelee fontin ID-tunnukseksi 60 sekä fontin pysyväksi.

Edellä oleva komentosarja voidaan yksinkertaistaa muotoon:

```
ESC&l0OESC(10UESC(s1p8v1s0b4T
ESC*c60D
ESC*c5F
```

TAPA 2

Ohjelmalliselle fontille määrätään ennen ohjelmallista latausta ID-tunnus, fonttitiedosto ladataan kirjoittimeen ja fontti määrätään pysyväksi tai tilapäiseksi.

ID-tunnuksella varustettu fontti aktivoidaan ensisijaiseksi fontiksi komennolla

```
ESC(#X
```

ja toissijaiseksi fontiksi komennolla

```
ESC)#X
```

PYSYVÄT JA TILAPÄISET FONTIT

Kirjoittimeen ladattu ohjelmallinen fontti voidaan määrätä pysyväksi tai tilapäiseksi. Pysyvä fontti eroaa tilapäisestä siten, että pysyvä fontti ei katoa kirjoitinta ohjelmallisesti alustaessa (virran kytkeminen ja pois kadottaa myös pysyvän fontin).

Fontti määritellään pysyväksi fontin valinnan yhteydessä komentosarjalla

ESC*c5F

ja tilapäiseksi komentosarjalla

ESC*c4F

FONTTITIEDOSTON LATAAMINEN

Tässä käsitellään valmiiden ohjelmallisten fonttitiedostojen lataamista kirjoittimeen. Fonttitiedostojen tekoa varten on saatavana kaupallisia ohjelmia, esimerkiksi Fontgen ja Fontrix. Joidenkin ohjelmien mukana taas seuraa valmiita fonttitiedostoja.

Ohjelmallinen fonttitiedosto ladataan DOS-käyttöjärjestelmätasolta seuraavalla komennolla:

COPY/B IDTUNNUS+FONTTITIEDOSTO+TILAPÄINEN/PYSYVÄ PORTTI

missä IDTUNNUS tarkoittaa tiedostoa, joka sisältää fontin ID-tunnuksen valintakomennon, FONTTITIEDOSTO on varsinainen fonttitiedosto, joka sisältää fontin kuvauksen ja kaikkien merkkien määritykset,

TILAPÄINEN/PYSYVÄ on tiedosto, joka sisältää komennon, jolla fontti määrätään pysyväksi tai tilapäiseksi,

PORTTI on portti, johon kirjoitin on liitetty

Jos esimerkiksi ID-tunnuksen valinta on tallennettu tiedostoon IDTUN.-TXT, fonttitiedoston nimi on TR080IPN.R8P, fontin määritys pysyväksi tai tilapäiseksi on tallennettu tiedostoon PYSYTILA.TXT ja kirjoitin on kytketty porttiin LPT1, ladataan fonttitiedosto seuraavalla komennolla:

COPY/B IDTUN.TXT+TR080IPN.R8P+PYSYTILA.TXT LPT1

SIVU- RIVI- JA TULOSTUSASETUKSET

Tässä käsitellään tarkemmin tärkeimpiä sivu-, tulostus- ja riviasetuksia.

Sivukoko: ESC&l#A

#	Koko
	ARKKIKOOT
1	Executive (7,25 x 10,5")
2	Letter (8,5 x 11")
3	Legal (8,5 x 14")
26	A4 (210 x 297 mm)
	KIRJEKUORET
80	Monarch (3 7/8 x 7 1/2")
81	Commercial (4 1/8 x 9 1/2")
90	DL (110 x 220 mm)
91	C5 (162 x 229 mm)

Vältä määrittelemästä sivukokoa, jolle paperikaukaloa ei ole suunniteltu. Väärä sivukoko johtaa kirjoittimen virhetilanteeseen.

Kopioiden lukumäärä: ESC&l#P

Kopioiden lukumäärä voi olla välillä 1 - 99.

Paperin syöttökaukalon hallinta: ESC&l#H

#	**Toiminto**
0	Tulostaa nykyisen sivun ja suorittaa sivunvaihdon
1	Valitsee ylemmän syöttökaukalon. Hyväksyy paperi- ja kirjekoot
2	Valitsee käsinsyötön
3	Kirjekuoren käsinsyöttö
4	Paperin syöttö ylemmästä syöttökaukalosta
6	Valitsee kirjekuoren syöttökaukalon

Sivun suunta: ESC&l#O

#	Suunta
0	Pysty
1	Vaaka

Huomaa, että pystysuunta tarkoittaa tässä normaalia tulostussuuntaa (esim. A4-arkki pystysuunnassa).

Sivun pituus riveinä: ESC&l#E

Syöttöparametri # ilmaisee loogiselle sivulle tulostettavien rivien määrän.

Ylämarginaali: ESC&l#E

Syöttöparametri # ilmaisee ylämarginaalin koon riveinä.

Vasen reunus: ESC&a#L

Syöttöparametri # ilmaisee vasemman reunuksen koon sarakkeina.

Oikea reunus: ESC&a#M

Syöttöparametri # ilmaisee oikean reunuksen koon sarakkeina.

Vasemman ja oikean reunuksen poisto: ESC9

Komento poistaa ESC&a#L-komennolla määritellyn vasemman reunuksen ja ESC&a#M-komennolla määritellyn oikean reunuksen.

Rivien lkm: ESC&l#F

Syöttöparametri # ilmaisee loogiselle sivulle tulostettavien rivien määrän. Kun sivulle on tulostettu #: n ilmaisema määrä rivejä, suoritetaan sivunsiirto automaattisesti.

Riviväli: ESC&l#D

Syöttöparametri # ilmaisee tuumalle tulostettavien rivien määrän. # voi saada arvot 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24 tai 48. Huomaa, että yksi tuuma on 2,54 senttimetriä.

VMI (pystysiirtymä): ESC&l#C

Syöttöparametri # määrää rivin korkeuden 1/48 tuuman kerrannaisina. Arvo vaikuttaa rivinsiirtoihin ja puolirivinsiirtoihin.

HMI (vaakasiirtymä): ESC&k#H

Syöttöparametri # määrää sarakkeen leveyden 1/120 tuuman kerrannaisina.

Alleviivauksen aloitus: ESC&d#D

#	Tyyli
0	Kiinteä alleviivaus (5 pistettä perusviivan alapuolella).
1	Liukuva alleviivaus (riippuu fontista).

Alleviivauksen lopetus: ESC&d@

Komento lopettaa alleviivauksen.

KOHDISTIMEN SIIRTO

Kohdistimen siirto riville: ESC&a#R

Syöttöparametri # ilmaisee rivinumeron, jolle kohdistin siirretään. Jos rivinumeron edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä rivistä.

Kohdistimen siirto sarakkeeseen: ESC&a#C

Syöttöparametri # ilmaisee sarakenumeron, jolle kohdistin siirretään samalla rivillä. Jos sarakenumeron edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä sarakkeesta.

Pystysiirto pisteissä: ESC*p#Y

Syöttöparametri # ilmaisee siirron pystysuuntaisen komponentin koordinaatin pisteinä. Jos syöttöparametrin edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä paikasta.

Vaakasiirto pisteissä: ESC*p#X

Syöttöparametri # ilmaisee siirron vaakasuuntaisen komponentin koordinaatin pisteinä. Jos syöttöparametrin edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä paikasta.

Pystysiirto desipisteissä: ESC&a#V

Syöttöparametri # ilmaisee siirron pystysuuntaisen komponentin koordinaatin desipisteinä. Jos syöttöparametrin edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä paikasta.

Vaakasiirto desipisteissä: ESC&a#H

Syöttöparametri # ilmaisee siirron vaakasuuntaisen komponentin koordinaatin desipisteinä. Jos syöttöparametrin edessä on + tai -, suoritetaan suhteellinen siirto nykyisestä paikasta.

Puolikas rivinsiirto: ESC=

Suorittaa puolikkaan rivinsiirron.

MAKROT

Makrojen avulla usein toistuvat pitkät komentosarjat voidaan suorittaa yksinkertaisella komennolla. Kullekin makrolla on yksilöllinen ID-tunnus, jonka perusteella makrot suoritetaan. Makrot ladataan kirjoittimen RAM-muistiin.

Makroissa voidaan käyttää lähes kaikkia PCL-komentoja. Kiellettyjä komentoja ovat:

- Kirjoittimen alustus
- Fontin ohjelmallinen lataus, fontin poisto tai määrittäminen pysyväksi
- HP-GL/2-komennot
- Muut makrokomennot kuin makron suoritus ja makron kutsu

Makro koostuu seuraavista osista:

1) Makron ID-tunnuksen valinta
2) Makron aloitus
3) Joukko PCL-komentoja
4) Makron lopetus

Makron määrittelyn jälkeen se voidaan suorittaa. Lisäksi makrolle voidaan suorittaa muita toimenpiteitä kuten poisto ja makron määritys pysyväksi tai tilapäiseksi.

Makron ID-tunnus: ESC&f#Y

Syöttöparametri # määrittää makron tunnusluvun, joka voi olla välillä 0 - 32767. Kirjoittimesta riippuen makrojen kokonaismäärä voi vaihdella. Joissakin LaserJet-yhteensopivissa kirjoittimissa makrojen kokonaismäärä on rajoitettu 32:een (makrojen tunnusluvut voidaan silti vapaasti valita väliltä 0 - 32767).

Makron ID-tunnus annetaan ennen makron määritystä tai valittaessa suoritettavaa tai muuten käsiteltävää makroa.

Makromäärittelyn aloitus: ESC&f0X

Makron aloituskomento on annettava ennen varsinaisia makron sisältämiä komentoja.

Makromäärittelyn lopetus: ESC&f1X

Makron lopetuskomento päättää makromäärittelyn.

Makron suoritus: ESC&f2X

Makron suorituskomento käynnistää makron, jonka ID-tunnus on viimeksi valittu komennolla ESC&f#Y.

Huomaa, että kaikki makron suorittamat muutokset tulostusympäristöön (esimerkiksi sivuasetuksiin) jäävät voimaan makron suorituksen päätteeksi. Jos alkuperäiset asetukset on palautettava makron suorituksen päätteeksi, käytä makroaliohjelmakomentoa ESC&f3X.

Makron kutsu: ESC&f3X

Makron kutsu vastaa ohjelmointikielten aliohjelmakutsua. Se toimii kuten makron suorituskomento, mutta makron tulostusympäristöön tekemät muutokset palautuvat makron suorituksen jälkeen samoiksi kuin mitä ne olivat ennen makroaliohjelman käynnistystä.

Valitse aliohjelmana suoritettava makro komennolla ESC&f#Y ennen makroaliohjelman suoritusta.

Jos haluat palauttaa kohdistimen sijainnin samaksi kuin mitä se oli ennen makroaliohjelman käynnistystä, tallenna kursorin sijainti makroaliohjelman alussa komennolla ESC&f0S ja palauta se aliohjelman lopussa komennolla ESC&f1S.

Vältä useampaa kuin kahta makroaliohjelmatasoa, jos käytät makroja, jotka kutsuvat muita makroja.

Kerrostustila päälle: ESC&f4X

Asettaa kerrostusmakron. Kun kerrostustila asetetaan päälle, suoritetaan

jokaisella sivulla makro, jonka ID-tunnus on viimeksi valittu komennolla ESC&f#Y. Kerrostusmakron suorituksen päätteeksi voimassa olleet tulostusympäristön asetukset palautetaan.

Kerrostusmakroa voi käyttää esimerkiksi tulostamaan lomakkeen vakioteksti joka sivulle.

Kerrostus pois päältä: ESC&f5X

Päättää kerrostustilan. Kerrostustila voidaan päättää myös muuttamalla sivun pituutta tai suuntaa.

Kaikkien makrojen poisto: ESC&f6X

Poistaa kaikki kirjoittimen muistissa olevat makrot.

Tilapäisten makrojen poisto: ESC&f7X

Poistaa kaikki kirjoittimen muistissa olevat tilapäiset makrot.

Makron poisto: ESC&f8X

Poistaa viimeisimmän valitun makron (ks. ESC&f#Y).

Makro tilapäiseksi: ESC&f9X

Muuttaa pysyväksi määritellyn makron (valitse makro komennolla ESC&f#Y) tilapäiseksi. Huomaa, että makromäärittelyn oletusarvona on tilapäinen makro.

Makro pysyväksi: ESC&f10X

Muuttaa tilapäisesti muutetun makron pysyväksi (valitse makro komennolla ESC&f#Y). Huomaa, että makromäärittelyn oletusarvona on tilapäinen makro. Pysyvä makro ei tuhoudu, kun kirjoitin alustetaan ohjelmallisesti.

Esimerkkimakro

Seuraavassa on esimerkkimakro, joka tulostaa joka sivun yläreunukseen 2000 pistettä leveän viivan käyttäen kerrostusmakroa (viiva tulostetaan täytettynä suorakaiteena, jonka korkeus on 1 pistettä).

Esimerkkimakro on toteutettu QBASIC-ohjelmana. Ohjelman lopussa (riviltä 200 alkaen) tulostetaan kaksi sivua kerrostusmakron kera ja yksi sivu ilman kerrostusmakroa.

```
10 e$ = CHR$(27):                REM ESC-koodi
20 LPRINT e$; "&f1Y"; :          REM Annetaan makrolle tunnukseksi 1
30 LPRINT e$; "&f0X"; :          REM Aloitetaan makron määritys
40 LPRINT e$; "*p0X"; e$; "*p0Y"; :   REM Siirretään kohdistin paikkaan 0,0
50 LPRINT e$; "*c2000A"; :       REM Suorakaiteen leveys
60 LPRINT e$; "*c1B"; :          REM Suorakaiteen korkeus (1 piste)
70 LPRINT e$; "*c0P"; :          REM Suorakaiteen piirto ja täyttö (musta)
80 LPRINT e$; "&f1X"; :          REM Lopetetaan makron määritys
90 LPRINT e$; "&f4X"; :          REM Määritellään makro
                                 REM kerrostusmakroksi
200 LPRINT "1. sivu"
210 LPRINT CHR$(12); :           REM Sivunsiirto
220 LPRINT "2. sivu"
230 LPRINT CHR$(12); :           REM Sivunsiirto
240 LPRINT e$; "&f5X"; :         REM Lopetetaan kerrostus
250 LPRINT "3. sivu (kerrostus poistettu)"
260 LPRINT CHR$(12); :           REM Sivunsiirto
```

CaPSL

CaPSL on Canonin laserkirjoittimissa käytetty ohjauskieli vuoteen 1994 asti, jolloin Canon luopui siitä. Seuraavana käsitellään lyhyesti vain joitakin yleisesti tarvittavia CaPSL-komentoja. Vektorigrafiikkaa (VDM-tila) ei käsitellä.

Tässä käytetään seuraavia merkintätapoja:

ESC	tarkoittaa merkkiä ASCII 27
SP	tarkoittaa välilyöntiä ASCII 32
SI	tarkoittaa merkkiä ASCII 15
SO	tarkoittaa merkkiä ASCII 14
HT	tarkoittaa merkkiä ASCII 9
VT	tarkoittaa merkkiä ASCII 11
#	tarkoittaa syöttöparametria. Jos jonkun komennon syöttöparametri on itsessään #-merkki, on se mainittu erikseen.

Komentojen syöttämistä kirjoittimeen on käsitelty luvun X. kappaleessa Kuinka komennot syötetään. Useimmiten tulostuksen aluksi on hyvä suorittaa kirjoittimen alustus *(Hard Reset)*. Tällöin mahdollisesti aiemmin suoritetut asetukset palautetaan oletusarvoihin.

Seuraavana on QBASICilla toteutettu esimerkkiohjelma, joka asettaa reunukset seuraavasti:

Vasen reunus: Sarake 5
Oikea reunus: Sarake 65
Yläreunus: Rivi 5
Alareunus: Rivi 60

```
10 E$=CHR$(27)                  : REM ESC-ohjausmerkki
20 LPRINT E$;"c";               : REM Resetointi
30 LPRINT E$;"(";               : REM ISO-tila päälle
40 LPRINT E$;"[5`";E$;"[0t";    : REM Vasen reunus
50 LPRINT E$;"[65`";E$;"[1t";   : REM Oikea reunus
60 LPRINT E$;"[5d";E$;"[2t";    : REM Yläreunus
70 LPRINT E$;"[60d";E$;"[3t"    : REM Alareunus
```

PostScript

PostScript on Adobe Systems:in kehittämä sivunkuvauskieli, joka tarjoaa laiteriippumattoman tavan esittää dokumentteja. Laiteriippumattomuudesta johtuen sama dokumentti voidaan tulostaa yhtä hyvin edullisella PostScript-laserilla kuin PostScript-latomakoneella.

Käyttöjärjestelmän komentotasolta ei voi suoraan tulostaa ASCII-tiedostoja PostScript-kirjoittimelle esimerkiksi PRINT-komennolla. Saatavilla on apuohjelmia, joilla tulostus onnistuu komentotasolta. Tämän kirjan mukana seuraavalla ohjelmalevykkeellä on tällaisia ohjelmia.

PostScript-tulostus onnistuu myös tavallisilla kirjoittimilla käytettäessä PostScript-tulkkiohjelmia. Tällaisia ohjelmia ovat muun muassa Kyoceran GoScript ja Freedom of Press.

Itse PostScript-kieli on monipuolinen ohjelmointikieli. PostScript-kielen laajuudesta johtuen emme tässä yhteydessä voi käsitellä PostScriptia ohjelmointikelenä. Seuraavassa on suppea PostScript-sanasto.

ATM — **ATM** *(**A**dobe **T**ype **M**anager)* on ohjelma, jolla Type 1 -fontteja esitetään WYSIWYG-muodossa näytössä ja tulostetaan ei-PostScript-kirjoittimella.

CROM-fontti — Ks. Type 4-fontti

Display PostScript — Display PostScript on laiteriippumaton näytöille tarkoitettu PostScript-kieli. Display Postscript on pääasiassa tarkoitettu käyttöjärjestelmän osaksi. Sitä käytetään muun muassa Next-tietokoneessa.

EPS-tiedosto — EPS *(Encapsulated PostScript)* on PostScripttiedostomuoto, joka on tarkoitettu PostScript-dokumenttien vaihtamiseen sovellusten välillä. EPS-tiedosto voi sisältää myös tiedoston sisällön esikatselua varten TIFF-, PICT- ja Metafile-muodossa.

EPSI — EPSI on EPS-tiedosto, jossa käytetään esikatseluun laiteriippumatonta bittikarttamuotoa. EPSI-tiedosto sisältää vain ASCII-koodia.

EPSF EPSF on EPS-tiedosto, jossa esikatseluun käytetään TIFF-esitysmuotoa.

PDL Sivunkuvauskieli *(Page Description Language).* PostScript on PDL-kieli.

PFA-tiedosto PFA-tiedosto *(Printer Font Ascii)* on PFB-fonttitiedosto ASCII-muodossa. Ks. PFB-tiedosto.

PFB-tiedosto PFB-tiedosto *(Printer Font Binary)* on Adobe Type 1 fonttien binäärinen tiedostomuoto. PFB-tiedostot ovat tiivistetyssä muodossa. PFB-tiedostoja käyttävät sovellusohjelmat. Jos PFB-tiedostoa halutaan käyttää itse, on se ensin muutettava PFA-tiedostoksi ennen siirtoa kirjoittimeen.

PostScript-klooni Muun kuin Adoben valmistama PostScript-tulkki.

PostScript-laajennus Kirjoittimeen (tavallisesti LaserJet) saatava lisävaruste (esimerkiksi korttimuotoinen), jonka avulla kirjoitin muuttuu myös PostScript-kirjoittimeksi.

PostScript-tulkki Ohjelma, joka tulkitsee PostScript-koodin. PostScript-tulkki sijaitsee kirjoittimessa.

PostScript Level 1 PostScript Level 1 on PostScript-kielen perusversio. Level 1 sisältää komentoja tekstin, viivapiirrosten, bittigrafiikan ja RGB- ja HSB-värimallien hallintaan.

PostScript Level 2 PostScript Level 2 on laajennus PostScript Level 1:een. Level 2 on Level 1 -yhteensopiva sisältäen muun muassa seuraavat laajennukset:

CIE- ja CMYK-värimallit, Display PostScript -laajennukset, datan ja grafiikan kompressointi ja dekompressointi, tehokkaammat puolisävyalgoritmit, laajat merkkivalikoimat, ATM-renderointitekniikka fonteissa, tehostettu muistinhallinta, lomake (samalle sivulle, tai eri sivuille toistuvasti tulostettava osa), kirjoittimen yksilöllisten ominaisuuksien tehokkaampi hyödyntäminen.

Level 1 -yhteensopivuus tarkoittaa sitä, että kaikkien Level 1 -yhteensopivien ohjelmien dokumentit voi tulostaa myös Level 2 -kirjoittimella.

PS-tiedosto Standardi PostScript-tiedosto. Ks. myös EPS-tiedosto.

Punainen kirja Adobe Systemsin teos: PostScript Language Reference Manual, jossa määritellään PostScript-kieli.

Ensimmäinen laitos käsittelee PostScript Level 1:tä. Toinen laitos käsittelee myös PostScript Level 2:ta.

Red Book Ks. Punainen kirja

Type 1 -fontti Type 1 -fontti on PostScript-perusfonttimuoto. Type 1 -fontit voivat sisältää vihjeitä (Hints), jotka parantavat pienikokoisten merkkien tulostusasua.

Type 3 -fontti Type 3 -fontit voivat käyttää itse PostScript-kieltä fonttien rakentamiseen mahdollistaen esimerkiksi sävyliu'utuksen fonttien sisällä. Type 3 -fonteissa ei käytetä vihjeitä, joten ne eivät näytä pienessä pistekoossa yhtä laadukkailta kuin Type 1 -fontit.

Type 4 -fontti Type 4 -fontti on Type 1 -fontti, joka on tallennettu kiintolevylle tiivistetyssä muodossa.

Type 5 -fontti Type 5 -fontti on Type 1 -fontti, joka on tallennettu kirjoittimen ROM-muistiin tiivistetyssä muodossa. Tunnetaan myös nimellä CROM-fontti (Compressed ROM Font).

13. Kirjoittimet

14. KANNETTAVAT MIKROT

14. Kannettavat mikrot

Kannettavat mikrot ovat päätoiminnoiltaan samanlaiset kuten pöytämikrotkin, mutta kannettavien pieni koko, keveys ja virrankulutus asettavat niille erilaisia vaatimuksia ja toteutuksia.

Ensimmäiset kannettavat, joita myös raahattaviksi kutsuttiin, olivat isokokoisia ja noin 20 kg painavia. Niiden koko oli huomattavasti suurempi kuin keskiverto pöytäkotelo nykypäivänä. Näyttönä oli hyvin pieni yksivärinen kuvaputkinäyttö ja massamuistina yksi levykeasema.

Näistä ajoista on kehitytty huomattavasti. Uudet kannettavat painavat keskimäärin vain 1 - 3 kg, niissä on värinäyttö, 1 Gt kiintolevy ja CD-ROM-asema. Tehoa löytyy nopeisiin Pentiumeihin asti. Keskusmuistin maksimimäärä on yleensä rajoittunut 20 - 32 megatavuun. Tämä määrä onkin riittävä useisiin tehtäviin, joita kannettavalla tehdään.

Kuva: Tyypillinen kannettava mikro.

Kannettavat mikrot voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

- Muistikirjamikro
- Peruskannettava

Muistikirjamikrot ovat kevyempiä, yleensä alle kaksi kiloa, ja niiden varustelumahdollisuudet ovat pienemmät. Ne ovat myös yleensä hitaampia, mutta hinta on myös samalla edullisempi.

Peruskannettava on isokokoisempi, mutta sitä voidaan helposti laajentaa vaikkapa sisäisellä CD-ROM-asemalla. Varusteluvaihtoehdot riippuvat täysin mallityypistä.

Näppäimistö

Kannettavassa mikrossa on pieni näppäimistö, jolla voidaan kuitenkin tehdä kaikki samat toiminnot kuin isolla AT/E-näppäimistölläkin. Välillä joudutaan käyttämään vain useampia näppäinyhdistelmiä, jotta saadaan tietty toiminto aikaiseksi.

Näppäimistö on tehty pieneksi, koska koko kannettava mikro on saatava mahdollisimman pieneksi. Näppäinten kokoa ei kuitenkaan voi juuri pienentää, sillä silloin sen käyttö olisi varsin hankalaa.

Moniin kannettaviin voidaan tarvittaessa liittää tavallinen näppäimistö takana olevaan PS/2-liittimeen.

Hiiriohjaus

Kannettavissa mikroissa käytetään yleensä integroitua hiiriratkaisua, koska esimerkiksi sylissä on varsin hankala ohjailla hiirtä. Lisäksi erillinen hiiri vaatisi myös salkussa lisää tilaa.

Hiiriratkaisuja on käytössä neljä erilaista ratkaisua: ohjauspallo, ohjaustikku, ohjauslevy tai varrellinen hiiri. Ohjauspallo on yleensä peukalolla pyöritettävä pallo näppäimistön oikeassa tai alareunassa. Ohjaustikku sijaitsee usein näppäimistön keskellä näppäinten välissä. Sitä ohjataan sormenpäillä. Ohjauslevy on tasainen levypinta, jota sormenpäillä siveltäessä saadaan kohdistin liikkumaan. Varrellinen hiiri saadaan esiin näppäimistön reunasta ja sitä käytetään kuin tavallista hiirtä. Erona on kiinteä varsi ja hiiren hyvin pieni koko.

Hiiren painonapit ovat toteutettu erilaisilla ratkaisuilla hiiriohjaimen viereen. Yleensä painonappeja on kaksi kappaletta.

Näyttö

Kannettavissa on käytetty muutamia erilaisia näyttötekniikoita, joilla saavutetaan pieni virrankulutus ja litteä ohut näyttö. Näitä ovat olleet muun muassa kaasuplasma- ja elektroluminenssinäyttö. Ne ovat kuitenkin

jääneet pois nestekidenäyttöjen alta, jotka ovat ominaisuuksiltaan huomattavasti parempia.

Nestekidenäyttövaihtoehtoja on periaatteessa kolme:

- Harmaasävynäyttö
- Passiivivärinäyttö *(DSTN)*
- Aktiivivärinäyttö *(TFT)*

Passiivivärinäyttö on hieman välkkyvä, mutta edullinen. Aktiivivärinäyttö on kalliimpi, mutta kuva on täysin vakaa sekä värit ovat täyteläisemmät. Lisäksi aktiivimatriisinäyttö on nopea, joten mitään haamukuvia ei jää näkyviin näytön kuvien vaihtuessa, kuten passiivimatriisinäytössä.

Näyttöjen koot ovat keskimäärin 9 - 12 tuumaa. Luku on selvästi pienempi kuin kuvaputkinäytöissä, mutta nestekidenäytön todella hyvä kontrasti korvaa osittain tämän ongelman.

Nestekidenäyttöjen tarkkuudet ovat yleensä 640x480 tai joskus jopa 800x600. Monet värinestekidenäytöt pystyvät näyttämään 256 väriä. 16 värin näyttöjä ei kannata hankkia.

Useisiin kannettaviin voidaan kytkeä myös tavallinen kuvaputkinäyttö. Kun VGA-kaapeli kytketään kannettavan liittimeen, sammuu kannettavan näyttö automaattisesti. Joissakin kannettavisa molempia näyttöjä voidaan pitää päällä samanaikaisesti.

Akku

Kannettavan mikron kaikki osat on suunniteltu kuluttamaan vähän virtaa. Siksi sitä voidaankin käyttää useita tunteja yhdellä akun latauksella. Laitteesta löytyy myös verkkovirtaliitin, jota on syytä käyttää silloin kun virtaa on saatavilla. Koska kannettava mikro tehdään pieneksi, koteloon ei mahdu muuntajaa. Täten verkkojohdoissa on irrallinen muuntaja, joka hankaloittaa mikron kuljettamista. Muuntajia on hyvinkin erikokoisia, jotka kannattaa myös tutkia ennen kannettavan mikron ostamista.

Kannettavissa käytetään yleensä jotakin kolmesta seuraavasta akkutekniikasta:

- Nikkeli-kadmium (NiCd)
- Nikkeli-metallihybridiakku (NiMH)
- Litium-ioniakku

NiCd-akut olivat ensimmäiset tehokkaat akut. Niissä on suhteellisen suuri varauskyky painoon nähden. Akut voidaan ladata suurimmillaan noin 500 kertaa. Huomaa, että NiCd-akut on käytettävä mahdollisimman tyhjäksi, ennen uudestaan lataamista. Muutoin akku ei lataudu täyteen ja sen käyttöikä lyhenee.

Suurimpana haittapuolena on ollut kadmiumin myrkyllisyys, joka leviää ympäristöön akun joutuessa esimerkiksi kaatopaikalle.

Nikkeli-metallihybridi-akut ovat korvanneetkin suurelta osin NiCd-akut. Etuna on vielä noin 20 prosenttia suurempi varautumiskyky. NiMH-akut kestävät myös paremmin, vaikka uudelleenladattaessa akku ei olisikaan aivan tyhjä. Haittapuolena on herkkyys ylilataukselle, joten laturin täytyy osata huomioida tämä seikka.

Uudet Litium-ioniakut ovat entistäkin parempia. Niiden varautumiskyky on vielä 80 prosenttia suurempi kuin NiMH-akuissa. Tämän ansiosta ne voidaan rakentaa varsin pieniksi ja keveiksi. Akut voidaan myös ladata uudelleen, vaikka varausta olisi vielä jäljellä. Uudelleenlatauskertoja ne kestävät 500 - 800 kertaa.

Liitännät

Kannettavissa mikroissa on yleensä perusliitäntöinä

- Rinnakkaisliitin
- Sarjaliitin
- SVGA-liitin

Joissakin malleissa voi olla myös esimerkiksi

- Näppäimistöliitin

- Hiiriliitin
- Laajennusliitin
- Infrapunaliitin

Näistä käytetyimmät on SVGA-liitin, johon voidaan kytkeä kuvaputkinäyttö sekä näppäimistöliitin, jolloin voidaan käyttää tavallista näppäimistöä. Näyttöä voidaan tietenkin käyttää vain silloin kun verkkovirtaa on saatavilla. Reissussa harvempi näyttöä kantaa, mutta se voikin olla toimiston pöydällä, jossa sen käytöstä on varmasti hyötyä. Täysikokoinen näppäimistö sopii niinikään toimiston pöydälle.

Infrapunaliittimen avulla voidaan näppärästi tulostaa, jolloin kaapeleita ei tarvitse kytkeä ja käyttää. Myös tietoja voidaan siirtää helposti pöytämikroon. Edellytyksenä on, että molemmissa laitteissa on infrapunaliitäntä.

PCMCIA

Kannettavaan mikroon on kohtalaisen helppo lisätä uusia laitteita käyttämällä PCMCIA- eli PC Card -korttipaikkoja. Tällöin esimerkiksi modeemi, verkkokortti tai ulkoinen CD-ROM-asema voidaan kytkeä suoraan käytettäväksi. Mikroa itsessään ei tarvitse siis avata lainkaan asennuksen yhteydessä.

Katso PCMCIA:sta tarkemmin Oheislaitteet-luvusta.

Telakointiasema

Moniin kannettaviin mikroihin voidaan kytkeä telakointiasema, josta löytyy monipuoliset liitännät erilaisille oheislaitteille. Telakointiasemassa voi olla myös korttipaikkoja lisäkorteille, joita muuten ei kannettavaan voisi liittää.

Telakointiaseman tarkoitus on toimia työpisteessä oheislaitteiden kytkentäalustana. Sitä ei siis ole tarkoitettu mukana kuljetettavaksi.

15. VERKKO

Mikrot voidaan kytkeä kaapeleiden ja verkkokorttien avulla toisiinsa verkoksi. Tällöin yhteisiä resursseja voidaan käyttää esimerkiksi palvelimelta. Ohjelmat, tiedostot, kirjoittimet ja kiintolevyt ovat jaettavissa kaikkien verkkoon kytkettyjen mikrojen kanssa.

Erilaisia verkkoarkkitehtuureita ovat

- **Ethernet**, joka on tällä hetkellä yleisin.
- **ARCnet**, joka on yksinkertainen, mutta hitaahko.
- **Token Ring**, joka on kalliimpi kuin Ethernet.
- **AppleTalk**, joka toimii Macintosh-mikroissa.

Koska kaikki verkkoarkkitehtuurit toimivat ja siirtävät tietoa eri tavoin, edellyttävät ne oman verkkolaitteistonsa. Esimerkiksi verkkokortit ja keskittimet ovat tehty juuri tietylle verkkoratkaisulle.

Verkkoa varten tarvitaan jokaiseen mikroon oma verkkokortti. Kaapelit kytketään mikrojen välille ja niiden kytkemiseen tarvitaan liittimet. Jotkut kaapeliratkaisut tarvitsevat myös päätevastuksia sekä keskittimiä.

Seuraavana kerromme Ethernet- ja Token Ring -verkoista, jotka ovat PC-mikroverkoissa yleisimmät.

Ethernet

Ethernet (IEEE 802.3) on eniten käytetty lähiverkon arkkitehtuuri ja se on helppo asentaa kohtuullisin kustannuksin. Koska Ethernetiä on käytetty laajalti monien vuosien ajan, sen tekniikka on hyvin testattua.

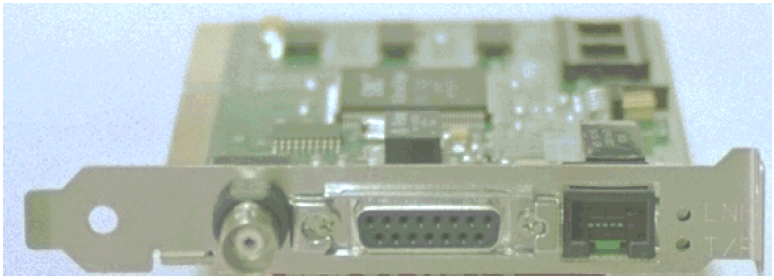
Ethernet-verkko voidaan toteuttaa jollakin seuraavista kaapelointitavoista:

- Ohut koaksiaalikaapeli (ohut-Ethernet)
- Paksu koaksiaalikaapeli (paksu-Ethernet)
- Kierretty parikaapeli (parikaapeli)

Ethernet-verkot voivat käyttää väylä- tai tähtitopologiaa.

Ethernet-verkossa käytetään erilaisia liittimiä riippuen käytettävästä kaapeloinnista. Joissakin verkkokorteissa on kaikki liitinvaihtoehdot

valmiina.



Kuva: Verkkokortti, joka sisältää BNC-liittimen (ohut-Ethernet), AUI-liittimen (paksu-Ethernet) ja RJ-45-liittimen (parikaapeli-Ethernet) vasemmalta oikealle lukien.

Verkkokortissa voi olla myös merkkilamppuja eli LEDejä (*Light Emitting Diode*). Ne ilmaisevat verkkokortin toimintaa. 3Comin 10/100 Mbps-verkkokorteissa (esimerkiksi **3Com FastEtherlink 10/100 Mb Bus-Master PCI Ethernet Adapter**) voi olla kolme LEDiä, joiden merkitys on seuraava: "10 LNK" näyttää vihreää, kun käytössä on 10 Mbps nopeus ja 10BASE-T-keskitin. "100 LNK" näyttää vihreää, kun käytössä on 100 Mbps nopeus ja 100BASE-T-keskitin. "ACT" näyttää keltaista kun liikennöidään joko 10BASE-T- tai 100BASE-T-tilassa.

Ethernet-kortteja löytyy satoja ja hintakilpailu on kovaa. Kannattaa hieman harkita ennen hankintaa, sillä eri valmistajien verkkokorttien taso on varsin vaihtelevaa. Pieni säästö verkkokortissa saattaa myöhemmin johtaa esimerkiksi suuriin yhteensopivuusongelmiin. Tunnetuilla valmistajilla on kattava tuki eri käyttöjärjestelmäympäristöihin (Windows 95, Windows NT, OS/2, DOS, Novell) sekä usean vuoden (tai "ikuinen") takuu.

Tunnettuja Ethernet-verkkokorttien valmistajia ovat esimerkiksi 3Com, Intel, Novell, SMC, Western Digital ja HP. Novellin NE2000-verkkokortista löytyy useilta eri valmistajilta enemmän tai vähemmän yhteensopivia versioita.

3Com on valmistanut suositusta EtherLink III -verkkokortistaan eri versioita seuraavasti:

ISA-väylä: (16-bittiset)	3C509, BNC- ja AUI-liittimet 3C509-TP, RJ-45- ja AUI-liittimet 3C509-COMBO, BNC-,RJ-45- ja AUI-liittimet
MCA-väylä: (16/32-bittiset)	3C529, BNC- ja AUI-liittimet 3C529-TP, RJ-45- ja AUI-liittimet
EISA-väylä: (32-bittiset)	3C592-TPO, RJ-45-liitin 3C592-COMBO, BNC-, RJ-45- ja AUI-liittimet
PCI-väylä:	3C590-TPO, RJ-45-liitin 3C590-COMBO, BNC-, RJ-45- ja AUI-liittimet
PC-kortti: (PCMCIA)	3C589C, RJ-45- ja AUI-liittimet

Ohut Ethernet

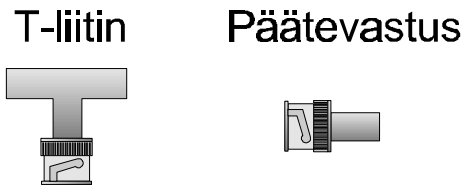
Ohut-Ethernet-kaapelointi on yleisin ratkaisu tällä hetkellä. Tosin parikaapeli syrjäyttää sitä voimakkaalla vauhdilla.

Ohut-Ethernet-kaapeli on 50 ohmin koaksiaalikaapelia ja siitä käytetään myös nimitystä 10Base2. Ohut-Ethernet-verkkoon tarvitaan seuraavia laitteita:

- Ethernet-verkkokortti jokaiseen mikroon
- Ohut-Ethernet-kaapelia
- BNC T-liittimiä kaapelin kytkemiseksi verkkokorttiin
- BNC-päätevastukset runkokaapelin molempiin päihin
- BNC-jatkoliittimiä kaapelin jatkamiseksi
- Toistimia signaalin voimistamiseen suurissa verkoissa

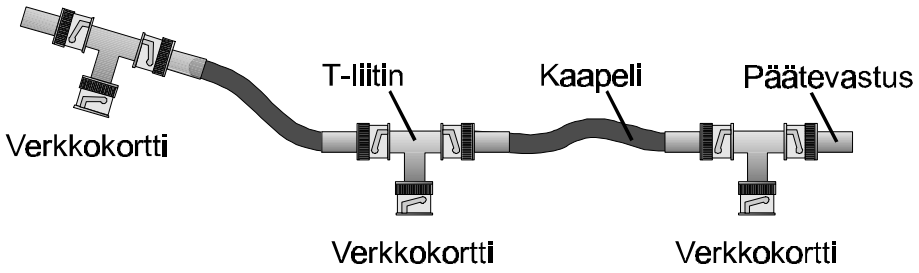
Ohut-Ethernet-kaapeloinnissa käytetään **BNC-liittimiä** *(Bayonet Nut Coupling)*. Kaapelin molempiin päihin on puristettu kiertämällä kiinnitet-

tävät liittimet, jotka voidaan kytkeä T-liittimeen tai päätevastukseen. T-liittimen kolmas haara on tarkoitettu mikron verkkokorttiin kiinnitettäväksi.



Kuva: T-liitin ja päätevastus.

Kaapelointi suoritetaan seuraavasti: verkkokaapeli kytketään T-liittimeen, jonka vastakkaiseen päähän kytketään seuraavalle mikrolle lähtevä kaapeli. Poikittain oleva liitinosa kytketään mikron verkkokorttiin. Näin edeten kytketään kaikki mikrot samaan kaapeliin. Kaapelin molempien päiden T-liittimiin asennetaan vielä päätevastukset.



Kuva: Kolmen mikron verkko ohut-Ethernet-kaapeloinnilla.

Päätevastusten välisten kaapelien muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan segmentiksi. Ohut-Ethernet-kaapeloinnin segmentin suurin pituus on 185 metriä. Lisäksi yhteen segmenttiin voidaan kytkeä enintään 30 mikroa.

Jos kaapeloinnin on oltava pidempi kuin 185 metriä, on käytettävä toistimia. Niiden avulla signaaleja voimistetaan, jolloin niiden voimakkuus riittää seuraavillekin laitteille häiriöittä.

Paksu Ethernet

Paksu-Ethernet-kaapeli on huomattavasti paksumpi ja jäykempi kuin ohut-Ethernet-kaapeli. Siitä käytetään myös nimitystä 10Base5. Paksu-Ethernet-verkkoon tarvitaan seuraavia laitteita:

- Ethernet-verkkokortti jokaiseen mikroon
- Paksu-Ethernet-kaapelia
- N-sarjan T-liittimiä *(Transceiver)* kaapelin kytkemiseksi runkokaapelista verkkokorttiin. Tietokone liitetään siis runkokaapeliin transceiverilla, joka puristetaan suoraan runkokaapeliin kiinni. Transceiverin toisessa päässä on AUI-liitin verkkokortille.
- N-sarjan päätevastukset runkokaapelin molempiin päihin
- N-sarjan jatkoliittimiä kaapelin jatkamiseksi
- Toistimia signaalin voimistamiseen suurissa verkoissa

Paksu-Ethernet-verkkokortissa on leveä **AUI-liitin** (*Attachment Unit Interface*).

Tämän kaapelointitavan etuja ovat hyvä sähkömagneettisten häiriöiden sietokyky ja pitkien kaapelien käyttömahdollisuus. Yksi kaapeli voi olla jopa 500 metriä pitkä.

Paksu-Ethernetiä ei enää juuri käytetä.

Kierretty parikaapeli

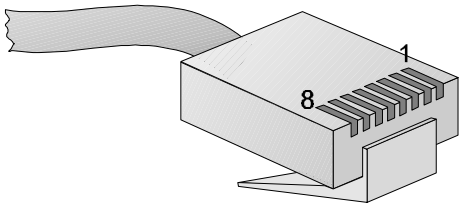
Kierretty parikaapeli on vieläkin edullisempaa kuin koaksiaalikaapeli. Tämä tapa onkin lähes ainoa, jolla uusia mikroverkkoja rakennetaan.

Kierretty parikaapeli voi olla suojattua tai suojaamatonta. **Suojaamaton parikaapeli** *(UTP, Unshielded Twisted Pair)* on häiriöalttiimpi eikä sitä siksi suositella. **Suojattu parikaapelissa** *(STP, Shielded Twisted Pair)* eristetyt johtimet on käärityt suojavaippaan, jonka ansiosta erilaiset sähkömagneettiset häiriöt eivät vaikuta siihen. Kierrettyä parikaapelia kutsutaan myös nimellä 10BaseT.

Parikaapeliverkkoon tarvitaan seuraavia laitteita:

- Ethernet-verkkokortti parikaapeliliitännällä jokaiseen mikroon
- Keskittimiä *(HUB)*, joilla jokainen asema kytketään verkkoon
- Kierrettyä parikaapelia
- RJ-45-liittimiä kaapelien kytkemiseksi verkkokortteihin, seinärasioihin ja keskittimiin

Parikaapeli-Ethernet-verkkokortissa ja -kaapelin päissä on **RJ-45-liittimet**. Liittimessä on kahdeksan kosketuskantaa, joista ainoastaan neljää käytetään parikaapeliverkossa. Ohuet johtimet kytketään liittimen napoihin ja ne kulkevat paksun kaapelin sisällä toisen pään liittimeen.



Kuva: RJ-45-liitin ja sen pinnijärjestys.

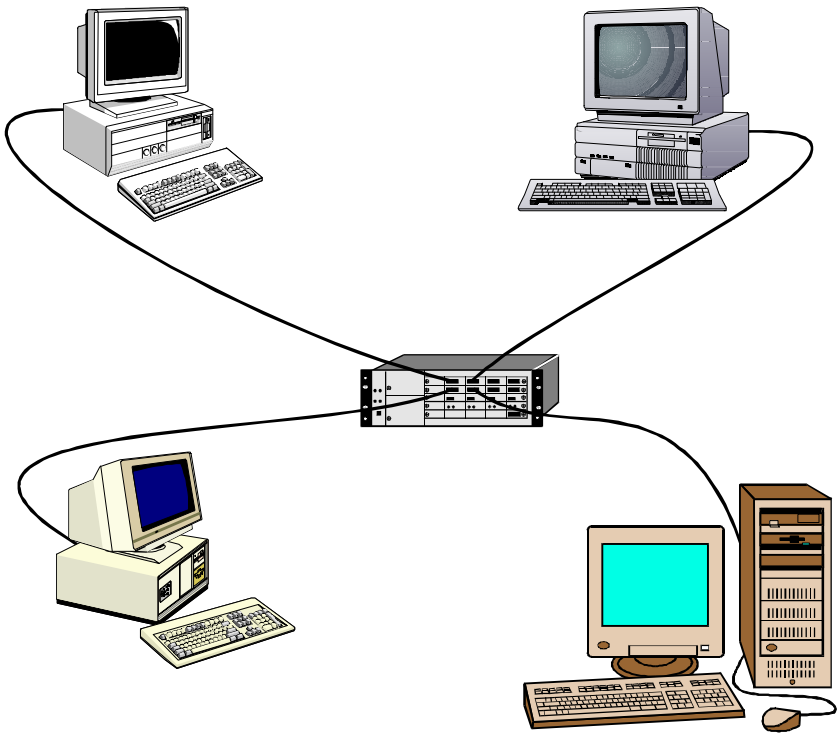
Seuraavassa taulukossa on käytössä olevien johtojen kiinnityskohdat.

RJ-45-liittimen johdotukset	
Napa	**Johdin**
1	Valko-oranssi
2	Oranssi-valkoinen
3	Valko-vihreä
4	--
5	--
6	Vihreä-valkoinen
7	--
8	--

Huomaa, että johtojen värit saattavat vaihdella ja joissakin parikaapeleissa kaikki johtimet ovat kytkettyinä. Tärkeää on, että liittimen tietyn navan johto menee kaapelin toisen pään liittimen saman numeroiseen napaan.

Parikaapelit luokitellaan tasoihin 1 - 5. Mitä korkeampi taso, sitä vähemmän kaapeli on altis ulkoisille sähkömagneettisille häiriöille. On suositeltavaa käyttää vähintään tason 3 kaapelia, mieluiten tasoa 5.

Parikaapeliverkossa jokainen mikro kytketään parikaapelilla **keskittimeen** *(Hub)*. Ratkaisun etuna on, että jonkin kaapelin rikkoutuminen ei kaada koko verkkoa. Keskittimen hankinta toki lisää hieman verkon rakennuskustannuksia.



Kuva: Neljän mikron verkko parikaapeliratkaisulla.

Valitse sellainen keskitin, jossa on enemmän portteja, kuin verkossasi mikroja. Jos määrä on sama, joudut hankkimaan heti uuden keskittimen, kun lisäät yhdenkin mikron verkkoon. Keskittimiä pystyy tarvittaessa ketjuttamaan toisiinsa. Tarkista niiden käsikirjoista tarvittavat asennusmenetelmät.

Nopeus

Perinteisesti Ethernet on tukenut 10 megabittiä sekunnissa siirtonopeutta, mutta uudet standardit määrittelevät myös 100 Mbps siirtonopeuden. Näitä ovat **100BASE-X Ethernet** (Fast Ethernet) ja **100VG-AnyLAN** (myös 100BASEVG, VG, AnyLAN). Molemmat on suunniteltu siirtämään dataa 100 megabitin sekuntinopeudella, mutta ne voidaan kytkeä myös 10 Mbps verkkojen keskittimiin *(Hub)* tai kytkimiin *(Switch)*.

100BASE-X on mm. **3Comin** tukema standardi, joka jakaantuu kaapeloinnin mukaan seuraaviin luokkiin: **100BASET4** (neliparinen 3-, 4- tai 5-luokan suojaamaton parikaapeli), **100BASETX** (kaksiparinen 5-luokan suojaamaton tai suojattu parikaapeli) sekä **100BASEFX** (2-kuituinen valokaapeli). **100VG-AnyLAN** on alunperin **Hewlett-Packardin** kehittelemä standardi, joka tukee 3-, 4- tai 5-luokan parikaapeleita sekä valokaapeleita.

Token Ring

Token Ring -verkko kaapeloidaan tähtimäisesti, mutta se toimii renkaana. Tieto kulkee ympäri rengasta työasemasta toiseen. Koska kaapelointi tehdään tähtimäisesti, tieto kulkee tähden keskipisteen kautta aina matkatessaan työasemalta seuraavalle.

Token Ring -verkkoon tarvitaan seuraavia laitteita:

- Token Ring -verkkokortti
- Kaapelointikeskitin *(MAU, Multistation Access Unit)*, johon jokainen mikro kiinnitetään omalla kaapelillaan
- Kierrettyä parikaapelia tai valokuitukaapelia
- Toistimia suuriin verkkoihin

Token Ringin ensimmäinen versio toimi 4 Mbps:n nopeudella, mutta jo vuodesta 1988 Token Ring on ollut saatavilla myös 16 Mbps:n nopeudella.

IBM hallitsi pitkään Token Ring -verkkokorttimarkkinoita, mutta myös perinteiset Ethernet-korttien valmistajat (kuten 3Com ja SMC) valmistavat Token Ring -verkkokortteja.

Joillakin Token Ring -verkkokorteilla voidaan kaapelointi toteuttaa halvemmalla tai laajemmalle kuin alkuperäisillä IBM-verkkokorteilla. Ungermann-Bass on valmistanut verkkokortteja, joiden avulla voidaan ajaa myös 16 Mbps Token Ring -verkossa suojaamatonta parikaapelia.

Liitännät korteissa ovat joko RJ-45-liitin suojaamattomalle parikaapelille (UTP) tai DB-9-liitin suojatulle parikaapelille (STP, IBM tyyppi 1).

Kannattaa huomioida, että Token Ringin 9-napainen DB-9-pistoke sopii mm. CGA/EGA-liittimeen. Tällöin näytönohjaimen jännite saattaa laukaista MAU-yksikössä olevan releen ja verkon toiminta häiriintyy.

Token Ring -verkkokortteja:

- SMC TokenCard Elite
- Thomas-Conrad TC4045 16/4 Mbps Token Ring Adapter/AT
- IBM 4/16 Token Ring Network Adapter II
- Proteon ProNet-4/16 P1392
- Madge Smart 16/4 AT Ringnode
- Olicom ISA 16/4 Token Ring Adapter
- 3Com TokenLink III Token Ring Adapter

Muita verkkoja

Myös muita **nopeita** verkkotyyppejä on kehitteillä, joissa pystytään käyttämään 100 Mbps nopeuksia ja ylikin. Muutamat niistä pohjautuvat valokaapeleihin. Koska kuituoptiikka on vielä suhteellisen uutta ja jatkuvasti kehittyvää tekniikkaa, suosittelevat alan asiantuntijat käyttämään tunnettuja, kokeneita laitetoimittajia, jotta varmistutaan kaikkien osasten yhteensopivuudesta.

Fiber Distributed Data Interface (FDDI) on verkkotyyppi, jossa käytetään valokaapeleita ja sen nopeus on 100 Mbps. Kaapelointi tehdään kahdennettuna, jolloin saadaan varareititys ja data voi kiertää vaikka molempiin suuntiin.

Myös **langattomia lähiverkkoja** voi käyttää mikrojen liittämiseen. Kyseessä tavallisimmin on infrapuna- tai radioverkko. Tunnettuja valmistajia ovat **Proxim** ja **Spectrix**.

Valokuitukaapeli

Valokuitukaapelissa *(Fiber Optic Cable)* tiedon kuljettamiseen käytetään valoa sähkön sijasta. Suurimpina etuina on sähköisten häiriöiden vaikuttamattomuus tiedon kulkuun ja pitkien kaapeleiden käyttömahdollisuus. Toisaalta valokuitu on melko kallis ratkaisu.

Valokuitukaapeli koostuu kimpusta ohuita lasikuituja, jonka päällä on suojaava lasikerros. Näiden päällä on useita suojaavia kerroksia.

Kaapelissa käytettävä valo muodostetaan LEDillä. Siirrettävä tieto muodostetaan tavallisesti LEDin voimakkuutta säätämällä.

Valokuitukaapelia käytetään tavallisesti lähiverkkojen pääkaapelointien rakentamiseen. Monien rakennusten seinärakennelmiin on asennettuna tyhjät muovikaapelit, joihin voidaan jälkikäteen asentaa helposti valokuitukaapeli. Esimerkiksi BICCBrand-Rex Blolite -laitteella voidaan valokuitu puhaltaa tyhjään muovikaapeliin. Tällöin säästetään aikaa ja rahaa, koska seinämateriaaleja ei tarvitse avata.

Verkkokortti

Verkkokortin *(Netcard tai NIC, Network Interface Card)* tarkoitus on liittää mikro lähiverkkoon ohjaamalla mikron ja verkon välistä liikennöintiä. Lähiverkko muodostetaan verkkokorteista lähtevien kaapelien välityksellä, joita on olemassa erilaisia tekniikoita. Verkkokortti onkin tavallisesti hankittava vasta kun kaapelointiratkaisut ovat tiedossa.

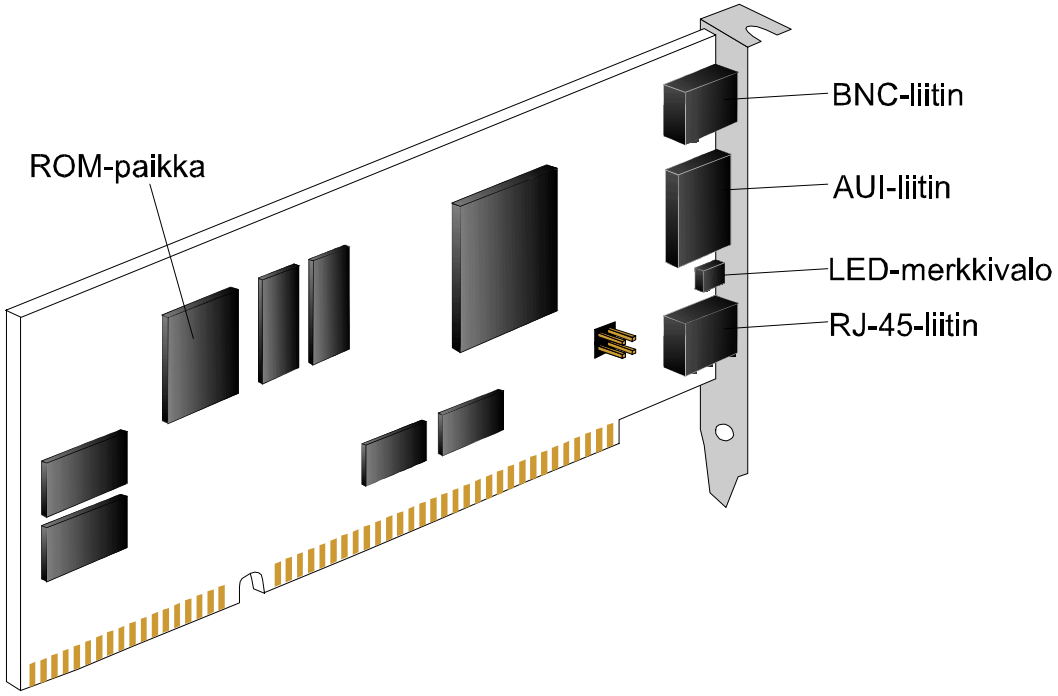
Joissakin mikroissa on kiinteästi emolevylle asennettuja verkkokortteja, mutta tällöin kannattaa huomioida, että verkkokortti on pysyvä ja sen huoltaminen tai vaihtaminen saattaa olla vaikeaa.

Myös **kirjoittimissa** voi olla sisäänrakennettu verkkoliitäntä. Tällöin käyttäjät näkevät kirjoittimen jonkin palvelimen jakamana resurssina, ja palvelin hoitaa tulostuksen hallintaan liittyvät operaatiot. Tällaisia ovat esimerkiksi eräät Hewlett-Packardin mallit.

Verkkokortti käyttää tavallisesti omaa prosessoriaan ja muistiin tallennettuja rutiineja, joiden avulla verkkokortti hoitaa lähiverkon ja mikron sisäisen väylän liikennöinnin.

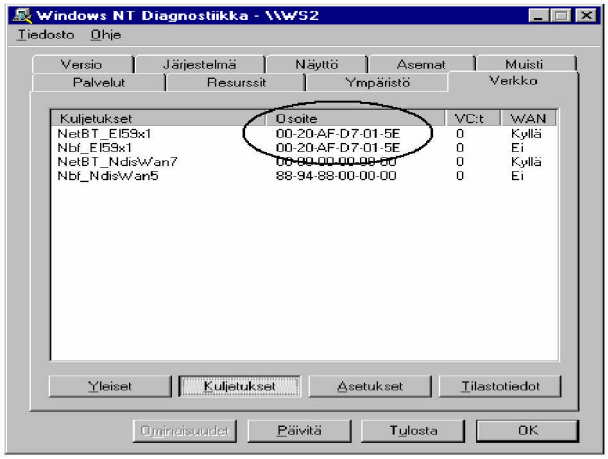
Verkkokortin tärkein osa on **transceiver** (*transmitter-receiver*, lähetinvastaanotin), joka hoitaa verkkoliikenteen.

Verkkokortille voidaan myös asentaa **Remote Boot PROM** -piiri, jolloin mikron BIOS:in käynnistystoiminnot ohjataan lähiverkon palvelimelle ja mikron käynnistys hoidetaan verkon palvelimelta. Tästä on luonnollisesti etua käytettäessä levyasemattomia työasemia.



Kuva: Verkkokortti, jossa on BNC-, AUI- ja RJ45-liittimet.

Jokaisessa verkkokortissa on ainutlaatuinen kiinteä tehtaalla asennettu osoite. Ne määrittelee ja jakaa valmistajille **IEEE** *(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc)*. Näin varmistetaan, että jokainen verkon komponentti käyttää yksilöllistä osoitetta. Osoitteen voi joissakin verkko-ohjelmistoissa muuttaa tarvittaessa. Saat sen selville verkko-ohjelmiston komennoilla (esimerkiksi NET CONFIG) tai diagnostiikkaohjelmalla. Kuvassa Windows NT 4.0:n diagnostiikka, joka kertoo verkkokortin osoitteen.



Verkkotyyppi

Verkkokortin valintaan vaikuttaa käytettävä **verkkotyyppi** eli verkkokaapelointi. Pääluokat ovat yleensä seuraavat:

- **Ethernet**
- **Token Ring**

Verkkokortissa on oltava siten myös oikea liitintyyppi, jotka vaihtelevat kaapeloinnista riippuen.

Verkkokortin valinta

Valintaan vaikuttavia seikkoja ovat:

- Verkkotyyppi
- Ohjelmisto- ja käyttöjärjestelmätuki (Windows NT, Windows for Workgroups/Työryhmä-Windows, OS/2 eri versioineen, LAN Manager, LAN Server, DOS eri versioineen, DEC Pathworks, SCO Unix, Novell NetWare, ...)
- Suorituskyky sekä käytetäänkö palvelimessa vai työasemassa
- Eri väylä- ja kaapelivaihtoehdot ja käytettävä siirtonopeus. Ethernetin tapauksessa esim. kytketäänkö 10 Mbps vai 100 Mbps keskittimeen tai kytkimeen
- Kloonit: mahdollinen yhteensopivuus jonkin tunnetun kortin kanssa (IBM, SMC, Western Digital, NE2000...) ja onko todella 100% yhteensopiva
- Luotettavuus, saatavuus ja usean vuoden takuu (5 v->)
- Kortin asentaminen: siltauksien vai ohjelmiston avulla (tai molemmat).

Väylä

Verkkokortti asennetaan mikron lisäkorttipaikkaan, jolloin se liitetään suoraan mikron väylään. Koska väylän leveys (bittisyys) osaltaan määrittelee väylän tehokkuuden, niin nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että mitä enemmän bittejä, sen tehokkaampi. Alkuperäinen PC:n väylä oli 8-bittinen, johon voitiin liittää ns. lyhyitä verkkokortteja. IBM PC/AT-mikrojen myötä yleistyi väylätyypiksi **ISA-väylä**, johon voidaan liittää sekä 8- että 16-bittisiä verkkokortteja.

Uusimpia ovat 32-bittiset väylätoteutukset:

- **EISA-väylään** voidaan liittää EISA-standardia noudattavia 32-bittisiä verkkokortteja, mutta lisäksi myös e.m. 8-ja 16-bittisiä verkkokortteja. Kannattaa huomata, että vaikka väylän nopeus on 33 Mbps, kaikki verkkokortit eivät sitä kuitenkaan pysty täysin hyödyntämään.

- IBM PS/2 -sarjan mikrot käyttävät **mikrokanavaa**, johon voidaan asentaa IBM:n MCA-standardia käyttäviä 32- tai 16-bittisiä verkkokortteja.

- PCI-väylä on tällä hetkellä ehdottomasti tehokkain ja suositeltavin. Se tulee uusissa mikroissa ja emolevyissä lähes poikkeuksetta vakiona mukana.

Myös **rinnakkaisportin** kautta voidaan mikro liittää lähiverkkoon, mutta tällöin tarvitaan erityisesti rinnakkaisliitäntää varten sovitettu verkkokortti (esimerkiksi Xircom).

PCMCIA-verkkokortit ovat yleistyneet kannettavissa mikroissa PCMCIA:n yleistymisen myötä. Kannettava mikro voidaan liittää lähiverkkoon myös "telakointiaseman" (*docking station*) avulla.

Asennettaessa kortti tulee huomioida perusmuistin I/O-osoite *(BASE memory I/O Address)*, ylämuistista mahdollisesti tarvittava osoite sekä keskeytystaso *(IRQ Level)* ja DMA-kanava *(DMA Channel)*. Uusissa verkkokorteissa kortin asentaminen voidaan hoitaa ohjelmallisesti asennusohjelman avulla, mutta vanhemmissa korteissa joudutaan muuttamaan verkkokortin siltauksia halutun osoitteen määrittelemiseksi.

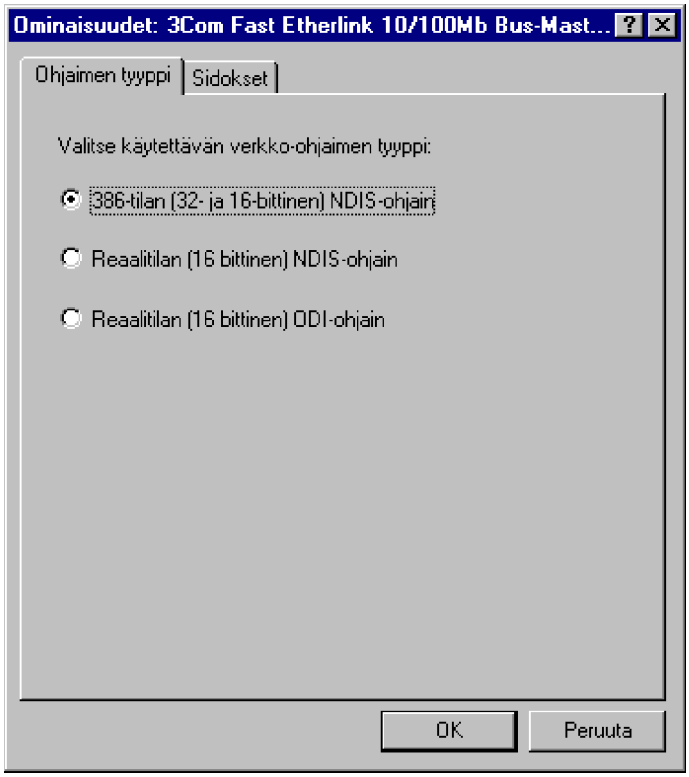
32-bittisissä väylissä (MCA, EISA, PCI) verkkokortin asetukset annetaan tavallisesti mikron CMOS-asetuksissa.

Ohjain, protokolla ja verkkokäyttöjärjestelmä

Verkkokortin lisäksi tarvitaan **laiteohjain** (ajuri, *Driver),* joka hoitaa tiedonsiirron mikron ja verkkokortin välillä. Tähän on kaksi mahdollisuutta: verkkokortille ja nimenomaiselle verkkokäyttöjärjestelmälle/protokollalle tarkoitettu ohjain (ns. monoliittinen ohjain) tai ohjaimen rajapinnan standardointi siten, että sen päällä voidaan käyttää mitä tahansa tarvittavaa verkkokäyttöjärjestelmää/protokollaa.

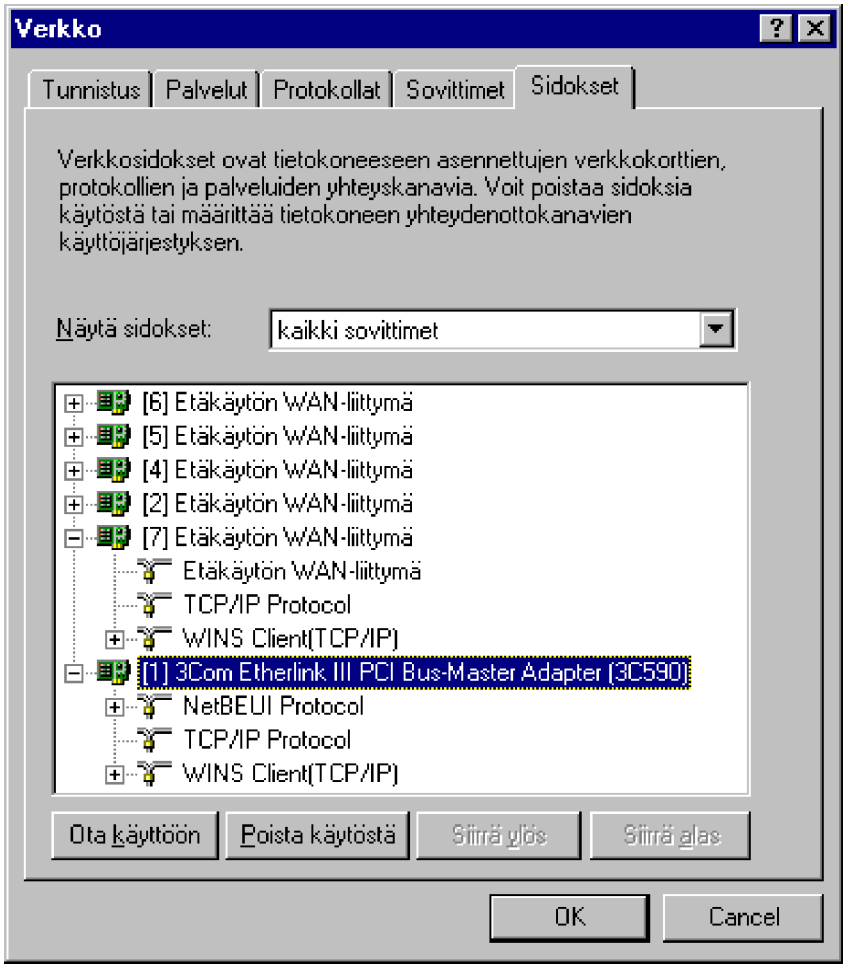
Tavallisia ohjaimia ovat IBM:n Token Ring -ympäristössä käyttämä **DXMA0MO D.SYS**, Microsoftin ja 3Comin **NDIS** (*Network Device Interface Specification*)-ohjaimet ja Novellin **ODI** (*Open Data Link Interface*)-ohjaimet.

NDIS on rajapinta, joka mahdollistaa useiden protokollien ja verkkokorttien käytön samassa mikrossa. **NDIS 2.0** on vanhempi 16-bittinen laiteohjain ja **NDIS 3.0** 32-bittinen laiteohjain. **NDIS 3.1** tukee **Kytke ja käytä** -toimintoa (Plug and Play). NDIS 2.0 (*reaalitilan ohjain*) mahdollistaa Työryhmä-Windowsissa ja Windows 95:ssä verkon käytön, vaikka Windows ei olisikaan käynnistettynä. Sen sijaan NDIS 3.0 (*386-tilan ohjain*) mahdollistaa verkon käytön vain Windowsin kautta. Windows 95:ssä käytetyn laiteohjaimen voit tarkistaa Ohjauspaneelista verkkokortin ominaisuuksista.



Verkkokortin ja ohjaimen lisäksi tarvitaan **protokolla eli linjakuri** (esimerkiksi DECNET, DLC, TCP/IP). Tällöin mikro voi toimia päätteenä. Jos halutaan käyttää mikropalvelimien palveluita hyväksi, tarvitaan myös verkkokäyttöjärjestelmän työasema- ja/tai palvelinohjelmisto eli **verkkokäyttöjärjestelmä** (NOS, Network Operating System, kuten Novell NetWare, LAN Manager, LAN Server tai Windows NT). Myös ns. **vertaisverkkoa** voidaan käyttää. Tällöin työasema voi toimia myös palvelimena.

Vertaisverkkoja tukevat mm. LANtastic, Windows NT, Windows 95 ja Windows for Workgroups/Työryhmä-Windows. Tällöin tavallisesti käytetään nimenomaan tähän tarkoitukseen tehtyä protokollaa (esim. NetBEUI tai SPX/IPX). Protokolla sidotaan (binding) käytettyyn verkkokorttiin. Windows 95:ssä ja Windows NT:ssä käytetyt sidokset voit tarkistaa Ohjauspaneelista verkkokortin ominaisuuksista.



8-, 16- ja 32-bittiset verkkokortit

Karkeasti voidaan sanoa, että mitä leveämpää väylää verkkokortti käyttää, sitä nopeampi verkkokortti on, koska tällöin tiedonsiirto mikron keskusmuistin ja verkkokortin välillä on nopeampi.

Pelkästään verkkokortin 16- tai 32-bittisyys ei takaa mikron tehokasta toimintaa lähiverkossa, vaan lisäksi on huomioitava mikron nopeus, verkkokortin sisäinen tehokkuus, sovellusohjelmien tehokas (tai tehoton) toiminta sekä verkkokortin onnistunut sovitus käytettyyn lähiverkkoon. Erityisen tärkeitä ovat verkkokortin laiteohjaimet. Kannattaa tarkkailla päivityksiä valmistajien FTP- ja WWW-palvelimista.

Jos työasemina käytettävät mikrot ovat 80486SX-prosessorilla ja 8-bittisellä verkkokortilla varustettuja ja käytetään tekstipohjaisia DOS-sovelluksia, hitaan verkkokortin aiheuttamat viiveet eivät sanottavasti näy käyttäjälle. Sen sijaan Windows-käytössä ja käytettäessä sovelluksia verkon yli on syytä pyrkiä hankkimaan vähintään 16-bittinen verkkokortti.

Kevyessä käytössä olevan pienehkön käyttäjämäärän (alle 10 kpl) tulostus- ja tiedostopalvelimissa voidaan käyttää 8-bittisiäkin verkkokortteja, mutta käyttäjämäärän kasvaessa kannattaa verkkokortit vaihtaa vähintään 16-bittisiin.

Raskaassa käytössä olevissa tiedostopalvelimissa kannattaa käyttää 32-bittisiä verkkokortteja. Suorituskyky on mitattavissa erilaisilla lähiverkon läpäisykykyä mittaavilla analysaattoreilla. Yksi mahdollisuus tehostaa palvelimen tiedonsiirtoa lähiverkkoon on asentaa palvelimeen useita verkkokortteja ja käyttää joko eri protokollia tai aliverkkoja.

Verkon tehokkaaseen toimintaan vaikuttavat verkkokortin lisäksi lukemattomat muutkin tekijät: käytettävät sovellukset ja datatiedostot, multimedia, protokollat, palvelinten tehokkuus ja kuormitus, verkon topologia jne.

Valmistajat ovat kehittäneet verkkokorteissa tehokkaita menetelmiä tiedonsiirtoon. Esimerkiksi 3Com on kehittänyt Parallel Tasking -menetelmää ja Standard Microsystems Corporation (SMC) Simultasking-tekniikkaa. Ajatuksena on tehostaa kortin toimintoja samanaikaisilla operaatioilla.

Älykkäät ja tyhmät verkkokortit

Jos verkkokortissa on oma prosessori (tavallisesti esimerkiksi i80186) ja puskurimuistia, sanotaan että verkkokortti on ns. **älykäs**. Tällaiset kortit pystyvät käsittelemään lähiverkossa käytettävän protokollan ja verkkoliikenteen itsenäisesti ja siten rasittavat mikron prosessoria vähemmän kuin ns. **tyhmät** verkkokortit, joissa omaa prosessoria ei ole.

Jos verkkokortti on älykäs, mutta siinä on tehoton prosessori verrattuna mikron omaan prosessoriin, hukkaantuu mikron tehokkaamman prosessorin suorituskykyä heikkotehoiseen verkkokorttiin.

Lisäksi voidaan - varsinkin vanhemmista verkkokortista - sanoa, että mitä yksinkertaisempi verkkokortti sen helpompi se on asentaa ja ylläpitää. Toisaalta nykyaikaiset verkkokortit mahdollistavat siltauksettoman asentamisen asennusohjelman avulla.

Verkkokortille voidaan myös asentaa **Remote Boot PROM** -piiri, jolloin mikron BIOS:in käynnistystoiminnot ohjataan lähiverkon palvelimelle ja mikron käynnistys hoidetaan verkon palvelimelta. Tästä on luonnollisesti etua käytettäessä levyasemattomia työasemia.

16. JUMPPERIT JA DIP-KYTKIMET

Jumppereita *(Jumper)* ja DIP-kytkimiä *(DIP Switch)* käytetään muuttamaan joitakin laajennuskortin, emolevyn tai apumuistin asetuksia. Useimmin niillä valitaan mitä keskeytystä ja osoitetta laajennuskortti käyttää. Apumuisteissa jumpperilla valitaan monesko asema on kyseessä ja niin edelleen. Kytkimiä käyttämällä voidaan lisälaite konfiguroida muuhun laitteistoon sopivaksi.

Jumpperien käyttö on vähentynyt uusissa korteissa ja emolevyissä johtuen siitä, että toiminnat suoritetaan automaattisesti tai ohjelmallisesti. Uudemmissa emolevyissä ei jumppereita ole juuri lainkaan. Plug and Play -lisäkorteissa ei ole jumppereita, sillä niissä asetukset tehdään kokonaan ohjelmallisesti.

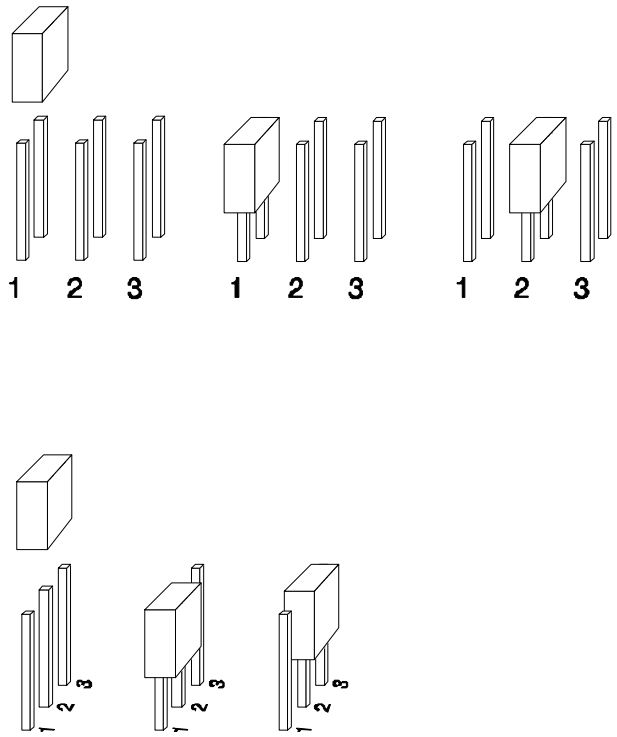
Jumpperi on pieni musta muovineliö, jonka avulla yhdistetään kaksi metallipiikkiä toisiinsa. Jos piikkejä on kaksi, voidaan sillä muodostaa kaksi eri vaihtoehtoa.

- Piikit on yhdistetty toisiinsa, jolloin virta kulkee piikkien kautta.
  (ON, Closed, Shunted, Suljettu)

- Piikkejä ei ole yhdistetty, jolloin virta ei kulje.
  (OFF, Open, Auki)

Jos piikkejä on kolme on myös vaihtoehtoja kolme. Piikit 1 ja 2 tai 2 ja 3 voivat olla yhdistettynä tai ne voivat olla auki.

Piikkipareja voi olla useampia, jolloin saadaan useita eri vaihtoehtoja. Esimerkiksi kolmella piikkiparilla saadaan kahdeksan eri vaihtoehtoa (2^3). Huomaa, että joissakin jumpperiasetuksissa piikit voidaan kytkeä myös poikittain, jolloin vaihtoehtojen määrä kasvaa.



Kuva: Jumppererеiden eri vaihtoehtoja.

Jos irroitat jumpperin piikeistä, älä heitä sitä pois. Saatat tarvita sitä kyseisessä kohteessa tai muualla. Jumpperin voi asettaa toisesta reunasta yhteen piikkiin kiinni, jolloin virta ei kulje kahden piikin välillä. Jumpperi pysyy tallessa myöhäisempää käyttöä varten.

Muista ennen jumpperiasetusten muutoksia kirjata senhetkiset asetukset ylös. Jos laite ei toimikaan muutoksen jälkeen, saat laitettua vanhat asetukset helposti takaisin.

Uudemmissa kiintolevyissä on hyvin pienet jumpperit. Käsittele niitä varoen, jotta ne eivät putoa ja huku. Vielä pahempaa on, jos se putoaa emolevylle etkä löydä sitä sieltä. Koska jumpperin toinen pää on metallinen, on oikosulun vaara ilmeinen.

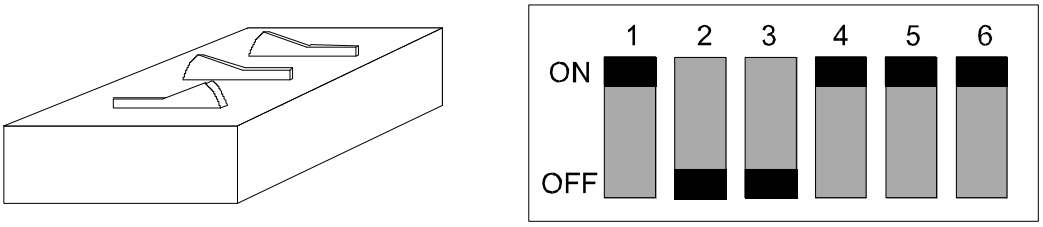
DIP-kytkimen merkitys on sama kuin jumpperillakin, mutta sen käyttötapa on erilainen. DIP-kytkin on vipu- tai liukukytkin, jonka avulla saadaan vaihtoehdot 0 tai 1.

Kytkimen asennossa ei ole aina numerovaihtoehtoja (0 ja 1), vaan se voi olla muunkinlainen määre. Kytkimen asentoa kuvataan useimmiten seuraavilla vaihtoehdoilla:

0	**1**
OFF	**ON**
OPEN	**CLOSED**

DIP-kytkinsarjassa on yleensä 2 - 8 kytkintä ja kytkinsarjoja voi olla useita.

Yleistyvä tapa hoitaa erilaiset asetukset on tehdä se ohjelman avulla. Siitä johtuen jumppereita ja DIP-kytkimiä käyttävät emolevyt ja lisäkortit ovat harvenemassa.



Kuva: Kolmiasentoinen keinuvipu DIP-kytkin ja kuuden kytkimen DIP-kytkinsarja.

Jos DIP-kytkin on hyvin pienikokoinen, voidaan katkaisinten asentoja muuttaa esimerkiksi kuulakärkikynällä.

17. RESURSSIT

Mikrossa käytetään erilaisia resurssiasetuksia, joiden avulla osien yhteistyö saadaan toimimaan ongelmitta. Yleisimmät käyttäjää koskettavat asetukset ovat keskeytykset, DMA-kanavat ja osoitteet, joista kerrotaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Keskeytykset

Koko PC:n toiminnan perusteena ovat keskeytykset *(Interrupts)*, jotka voidaan jakaa seuraaviin kahteen ryhmään:

- Laitteistokeskeytys *(Hardware)*
- Systeemi- eli ohjelmistokeskeytys *(Software, System)*

Keskeytyksen tapahtuessa prosessori keskeyttää meneillään olevan ohjelmakoodin suorituksen, suorittaa keskeytysaliohjelman ja palaa suorittamaan alkuperäistä ohjelmaa

Ajatuksena keskeytyksiin perustuvassa laitteistossa ja käyttöjärjestelmässä on se, että laitteisto ja ohjelmistot pyytävät tarpeen vaatiessa keskeytysten avulla palveluja BIOSilta tai käyttöjärjestelmältä.

Käyttöjärjestelmän ei esimerkiksi tarvitse jatkuvasti tarkkailla, onko jotakin näppäimistön näppäintä painettu, vaan näppäimistö ilmoittaa laitteistokeskeytyspyynnöllä (IRQ 1, IRQ = ***I**nterrupt **R**equest*), että näppäintä on painettu. Kun DOS huomaa keskeytyspyynnön, eikä mikään tärkeämpi keskeytysaliohjelma ole menossa, se suorittaa tarvittavat toimenpiteet eli lukee tiedon alas painetusta näppäimestä keskusmuistissa olevaan näppäimistöpuskuriin ja jää odottamaan seuraavaa keskeytystä.

Systeemikeskeytykset

Systeemikeskeytyksiä *(System Interrupts)* voi käytössä olla 256 kpl. Aivan keskusmuistin alussa, osoitteesta 0000:0000 lähtien on taulukko systeemikeskeytysaliohjelmien alkuosoitteista. Käynnistyksen yhteydessä BIOS ROMmissa oleva ohjelma tekee taulukon. Siinä vaiheessa taulukko osoittaa BIOS ROM -piirillä olevia keskeytysten käsittelyyn tarkoitettuja aliohjelmia.

Keskeytysvektorit *(Interrupt Vectors)* saat listattua kuvaruudulle joillakin monipuolisilla apuohjelmilla. Seuraavana on taulukko, jossa on erään mikron ensimmäiset keskeytysvektorit.

Keskeytysvektoreita

Vector	Hex	Address	Contents	Function
0	00	0:0000	0B34:345A	Divide by zero
1	01	0:0004	IRET	Single step
2	02	0:0008	04E2:0016	NMI Interrupt - Coprocessor int
3	03	0:000C	IRET	Debugger breakpoint
4	04	0:0010	IRET	Overflow
5	05	0:0014	F000:FF54	PrintScreen routine - [AT] Bound error
6	06	0:0018	F000:EB43	[XT] Intr - [AT] Invalid opcode
7	07	0:001C	F000:EAEB	[AT] ESC instruction / No coprocessor
8	08	0:0020	077F:0000	IRQ0 Timer int
9	09	0:0024	D581:1923	IRQ1 Keyboard int
10	0A	0:0028	04E0:0057	IRQ2 AT : 2th 8259
11	0B	0:002C	04E0:006F	IRQ3 Serial COM2 int
12	0C	0:0030	04E0:0087	IRQ4 Serial COM1 int
13	0D	0:0034	04E0:009F	IRQ5 [XT] Hard disk int - [AT] LPT2
14	0E	0:0038	04E0:00B7	IRQ6 Floppy disk int
15	0F	0:003C	IRET	IRQ7 Printer LPT1 int
16	10	0:0040	078A:000F	BIOS Video service
17	11	0:0044	F000:F84D	BIOS Equipment check
18	12	0:0048	F000:F841	BIOS Memory check
19	13	0:004C	D581:18C5	BIOS Disk service
20	14	0:0050	F000:E739	BIOS Serial service
21	15	0:0054	0741:0000	BIOS [PC] Cassette - [AT] Miscellaneous
22	16	0:0058	F000:E82E	BIOS Keyboard service
23	17	0:005C	F000:EFD2	BIOS Printer service
24	18	0:0060	F000:E000	ROM Resident BASIC entry
25	19	0:0064	D581:1990	Bootstrap loader
26	1A	0:0068	F000:FE6E	BIOS Time of day service
27	1B	0:006C	0070:06EE	BIOS Control break
28	1C	0:0070	077F:0098	BIOS Timer tick
29	1D	0:0074	F000:F0A4	Video initialisation table
30	1E	0:0078	0000:0522	Disk parameter table
31	1F	0:007C	C000:4B8C	Graphics [upper 128] character table
32	20	0:0080	012F:1094	DOS Program terminate
33	21	0:0084	D581:16B4	DOS Function calls
34	22	0:0088	0A48:02B1	DOS Terminate process
35	23	0:008C	0A48:014A	DOS Control break handler
92	5C	0:0170	078D:0005	NetBIOS interface
93	5D	0:0174	F000:EA97	Unknown...
94	5E	0:0178	F000:EA97	Unknown...
95	5F	0:017C	F000:EA97	Unknown...
96	60	0:0180	NULL	User definable int service
97	61	0:0184	NULL	User definable int service
111	6F	0:01BC	F000:EA97	Reserved for applications
112	70	0:01C0	04E0:0052	[AT] IRQ8 Real time clock
113	71	0:01C4	F000:EECF	[AT] IRQ9
114	72	0:01C8	04E0:00CF	[AT] IRQ10
115	73	0:01CC	04E0:00E7	[AT] IRQ11
116	74	0:01D0	04E0:00FF	[AT] IRQ12
117	75	0:01D4	F000:EED8	[AT] IRQ13 80287 Coprocessor NMI
118	76	0:01D8	04E0:0117	[AT] IRQ14 AT : Hard disk int
119	77	0:01DC	IRET	[AT] IRQ15

Keskeytys 00h **Divide by Zero, yritys jakaa luku nollalla**
(0:0000h) Mikäli konekieliset käskyt DIV tai IDIV aiheuttavat virheen tämä keskeytys suoritetaan automaattisesti. DOS näyttää virheilmoituksen ja lopettaa ohjelman suorituksen.

Keskeytys 01h **Single step, askellus**
(0:0004h) Käytetään debugin T(race) komennossa ohjelman suorituksen kontrollointiin.

Keskeytys 02h **NMI, Non-maskable interrupt, estämätön keskeytys**
(0:0008h) Tapahtuu mikäli keskusmuistissa on havaittu pariteettivirhe. Ei voida estää ohjelmallisesti edes konekielisellä CLI-käskyllä, joka estää muut keskeytykset.

Keskeytys 03h **Breakpoint, keskeytyskohta**
(0:000Ch) Käytetään keskeytyskohtien asettamiseen debugissa.

Keskeytys 04h **Divide overflow, jakolaskun ylivuoto**
(0:0010h) Käytetään aritmeettisten virheiden käsittelyyn. Mikäli ohjelma osaa käsitellä virheen, ei ohjelman suoritus lopu.

Keskeytys 05h **Print Screen, näytön vedos**
(0:0014h) Näyttömuistin sisältö kopioidaan LPT1:een kytketylle kirjoittimelle. Keskeytys tapahtuu kun PrtSc *(Print Screen)* -näppäintä painetaan. Graphics.com muuttaa alkuperäisen keskeytysvektorin osoittamaan graphics.comin tekemää keskeytysaliohjelmaa, joka pystyy vedostamaan myös grafiikan kirjoittimelle.

Keskeytys 08h **Timer Kellokeskeytys**
(0:0020h) IRQ 0 -linjaa myöten tuleva laitteistokeskeytyspyyntö aiheuttaa tämän systeemikeskeytyksen. Keskeytys tapahtuu noin 18.2 kertaa sekunnissa. Käytetään hyväksi mm. levyaseman pyöritinmoottorin pysäyttämiseen 2 sekunnin kuluttua viimeisestä luku tai kirjoitintoiminnasta.

Keskeytys 09h **Keyboard Näppäimistö**
(0:0024h) Näppäimen painaminen ja päästäminen ylös aiheuttaa IRQ 1 -linjan (IRQ 1) aktivoitumisen ja sitä kautta tämän keskeytyksen. Keskeytyksen käsittely kestää normaalisti noin 500 μs eli maksimi kirjoitusnopeus on noin 2000 merkkiä sekunnissa.

Keskeytys 0Ah **Slave Orja PIC 8259**
(0:0028h) Orja PIC ilmoittaa tämän keskeytyksen avulla, että
(IRQ 2) sille on tullut keskeytyspyyntö IRQ 8 - 15

Keskeytys 0Bh **COM2 Sarjaliikenneliitäntä COM2: tai COM4:**
(0:002Ch) Kun portti on vastaanottanut merkin linjalta se
(IRQ 3) aktivoi IRQ3-linjan, joka aiheuttaa tämän keskeytyksen. DOS lukee merkin portilta kun ehtii ja jatkaa sitten muita tehtäviään.

Keskeytys 0Ch **COM1 Sarjaliikenneliitäntä COM1: tai COM3:**
(0:002Ch) Kun portti on vastaanottanut merkin linjalta se
(IRQ 4) aktivoi IRQ 4 -linjan joka aiheuttaa tämän keskeytyksen. DOS lukee merkin portilta kun ehtii ja jatkaa sitten muita tehtäviään.

Keskeytys 0Dh **LPT2: Rinnakkaisliikenneliitäntä LPT2:**
(0:0034h) Kytketty IRQ 5:een. Keskeytysaliohjelma lähettää
(IRQ 5) seuraavan tulostettavan merkin kirjoittimelle joka on kytketty LPT 2 -porttiin.

Keskeytys 0Eh **Diskette Levykeasema**
(0:0038h) Kytketty IRQ 6:een jota kautta levykeaseman ohjain
(IRQ 6) pyytää DOSia ottamaan vastaan dataa ohjaimelta.

Keskeytys 0Fh **LPT1: Rinnakkaisliikenneliitäntä LPT1:**
(0:003Ch) Kytketty IRQ 7:ään. Keskeytysaliohjelma lähettää
(IRQ 7) seuraavan tulostettavan merkin kirjoittimelle joka on kytketty LPT 1 -porttiin. Ei toimi luotettavasti jos koneessa on mono-näytönohjain.

Keskeytys 10h **BIOS Näytön ohjaukseen liittyviä BIOS-palvelurutiineja**

(0:0040h) Video Services

Tämän keskeytyksen avulla voidaan suorittaa monenlaisia näyttöön liittyviä toimenpiteitä, esim. liikutella kursoria, vierittää kuvaa rivi kerrallaan alas tai ylöspäin ja kirjoittaa merkkejä näyttöön.

Keskeytys 21h **DOS DOSin palvelurutiineja *(DOS Function Calls)***

(0:0084) Services

Useita kymmeniä toimintoja, esimerkkeinä merkin lukeminen näppäimistöltä ja sen kaiuttaminen näyttöön, alihakemiston poistaminen ja ohjelman jättäminen TSR-ohjelmaksi keskusmuistiin.

BIOS-keskeytykset **BIOS ROMmilla olevat keskeytysaliohjelmat.**

Perustoimintoja kuten merkin kirjoitus näyttömuistiin ja merkin lukeminen näppäimistöltä. Koneen käynnistysvaiheessa, ennen kuin DOS on ladattu levyltä, vain BIOS-keskeytykset ovat käytettävissä.

DOS-keskeytykset

Käynnistyksen yhteydessä ladataan levyltä keskusmuistiin kaikki DOSin keskeytyspalvelut. Ne käyttävät hyväksi BIOSin keskeytyksiä ja ovat toiminnoiltaan monipuolisempia kuin BIOSin keskeytyspalvelut. MS-DOS käyttöjärjestelmän toiminnan ydin muodostuu lähes 200 erilaisesta keskeytysaliohjelmasta.

NetBIOS interface

NetBIOS on sama asia verkkokäyttöjärjestelmälle kuin BIOS on DOSille. Sisältää perustoiminnot.

Unknown... **Tuntematon**

Sovellusohjelmat voivat tehdä omia keskeytysaliohjelmia.

User definable **Käyttäjän määriteltävissä**

Keskeytykset 60h - 67h on käytettävissä omiin keskeytyksiin *(int service)*.

Laitteistokeskeytykset

Ulkoiset laitteistokeskeytykset *(Hardware Interrupts)* ovat fyysisten laitteiden (esimerkiksi näppäimistö, levykeaseman ohjain, sarjaliikenneliitäntä) pyyntöjä saada palveluja käyttöjärjestelmältä.

Laitteistokeskeytyksiä ohjataan IRQ *(Interrupt **Re**q**u**est)*-linjoilla. Mikroon kytketyt laitteet lähettävät tarvittaessa keskeytyspyynnön keskeytysohjaimelle, joka ilmoittaa siitä edelleen prosessorille. Täten prosessori voi käsitellä kyseessä olevaa laitetta. Jos keskeytysrakennetta ei olisi, joutuisi prosessori tarkkailemaan koko ajan kaikkia laitteita vaikka ne eivät olisi edes päällä. Nyt prosessori palvelee laitteita ainoastaan silloin kun ne pyytävät prosessorin aikaa.

PC/XT:ssä on 8 sekä AT:ssa ja uudemmissa mikroissa 16 keskeytyspyyntö- eli IRQ-linjaa. Tyypillisen PC-mikron keskeytysrakenne on seuraavassa taulukossa.

PC-mikron keskeytysrakenne

IRQ-linja	Toiminta
IRQ 0	Kellokeskeytys
IRQ 1	Näppäimistö
IRQ 2	Orja 8259A
IRQ 3	COM 2 tai COM 4
IRQ 4	COM 1 tai COM 3
IRQ 5	LPT 2, äänikortti tai käyttämätön
IRQ 6	Levykeasema
IRQ 7	LPT 1
IRQ 8	Reaaliaikakello
IRQ 9	Liitetty ohjelmallisesti IRQ 2:een
IRQ 10	Käyttämätön
IRQ 11	Käyttämätön tai SCSI-kortti
IRQ 12	Käyttämätön tai PS/2-hiiri
IRQ 13	Matematiikkaprosessori
IRQ 14	Kiintolevy
IRQ 15	Käyttämätön tai toinen IDE-portti

Seuraavana keskeytykset on esitetty tarkemmin.

IRQ 0 **Timer Click**

Kellokeskeytys, kellopiiri aktivoi keskeytyslinjan noin 18.2 kertaa sekunnissa.

IRQ 1 **Keyboard**

Näppäimistökeskeytys tapahtuu, kun näppäin painetaan tai päästetään irti, mikäli IRQ 1 -keskeytystä ei ole ohjelmallisesti estetty. Vaikka keskeytys olisi estetty, voit kirjoittaa uusia komentoja kunnes BIOSin kirjoituspuskuri (16 merkkiä) täyttyy. DOS lukee komennon/komennot kirjoituspuskurista, kun se saa edellisen komennon suoritettua loppuun. Monet sovellusohjelmat estävät tämän keskeytyksen toiminnan kokonaan tiettyjen toimintojen ajaksi. Silloin näppäimistöä on turha yrittää käyttää.

IRQ 2 **Second 8259A**

AT:n toisen PIC:n lähtö on kytketty tähän. Jotta AT:n IRQt 0 - 7 olisivat yhteensopivia PC:n IRQ -linjojen 0 - 7 kanssa, IRQ 2 -linja on AT:ssa yhdistetty IRQ 9 -linjan ja orja-PIC:n välityksellä tähän.

IRQ 3 **COM 2 / COM 4**

Sarjaliikenneliitännät 2 ja 4. Kun portille on linjalta tullut merkki, ilmoittaa se asiasta DOSille aktivoimalla tämän linjan. Sarjaliikennepiirin keskeytysten ohjausrekisterissä pitää bitin 0, eli salli keskeytys, olla "1" . Koska COM 2 ja COM 4 käyttävät samaa IRQ-linjaa, niitä ei voi käyttää samanaikaisesti ellei ohjelma tutki porttien keskeytysten tunnistusrekisteristä kumpi portti on lähettänyt keskeytyspyynnön. Katso **PC-mikron laitekirja** (s.186 ja 187). Mikäli koneessa ei ole COM 2 eikä COM 4 -porttia tätä keskeytyslinjaa voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen.

IRQ 4 **COM 1 / COM 3**

Katso ylläolevaa COM 2 ja COM 4 -porttien selitystä. Huomaa että COM 1:n prioriteetti on matalampi kuin COM 2:n.

IRQ 5 **LPT 2**

Rinnakkaisliitäntä LPT 2. Mikäli kirjoittimen ohjausrekisterin bitti 4 on "1" IRQ 5 -linja aktivoituu, kun kirjoitin muuttaa ACKNOWLEDGE-linjan (rinnakkaisliittimen napa 10) tilan "1":sta "0":ksi. IRQ 5 -linjan aktivoitumisesta kirjoitinta ohjaava ohjelma tietää, että kirjoitin on valmiina vastaanottamaan seuraavan merkin. Mikäli koneessa ei ole LPT 2 -porttia, tätä

keskeytyslinjaa voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen. Varsin moni äänikortti käyttää keskeytystä 5.

IRQ 6 **Floppy Disk**
Levykeaseman ohjain ilmoittaa tällä linjalla, että se on valmis lähettämään tietoa emolevylle.

IRQ 7 **LPT 1**
Katso yllä olevaa LPT 2 -portin selitystä

IRQ 8 **Real-Time Clock**
Reaaliaikakello-piiriltä tuleva keskeytyslinja. Keskeytys tapahtuu 1024 kertaa sekunnissa ja sitä käytetään reaaliaikakellon avulla tehtävissä hälytyksissä. Keskeytystä olisi helpompi käyttää, jos keskeytys tapahtuisi 1000 kertaa sekunnissa.

IRQ 9 **Redirected IRQ 2**
Uudelleenohjattu IRQ 2. Koska AT:ssa isäntä PIC:n IRQ 2 -linja ei ole suoraan käytettävissä (se on kytketty orja PIC:hen) AT:n IRQ 2 -linja on kytketty orja PIC:n IRQ 9:n kautta.

IRQ 10 **(Reserved)**
Käyttämätön. Useat verkkokortit käyttävät tätä.

IRQ 11 **(Reserved)**
Käyttämätön. Useat SCSI-ohjaimet käyttävät tätä.

IRQ 12 **(Reserved)**
Käyttämätön.

IRQ 13 **Math Coprosessor**
Matematiikkaprosessori aktivoi tämän linjan, kun se haluaa CPU:n huomiota osakseen virheen johdosta

IRQ 14 **Fixed Disk**
Kiintolevyn ohjain ilmoittaa tällä linjalla, että se on valmis lähettämään dataa emovelylle.

IRQ 15 **(Reserved)**
(Käyttämätön) Toinen IDE-portti (toinen IDE-kaapeli) käyttää tätä.

Keskeytyksen käyttöesimerkki

Seuraavana esimerkkinä on tiedon lukeminen levykkeeltä:

1. Komentotulkille, joka on DOS-käyttöjärjestelmässä ohjelma nimeltään COMMAND.COM, annetaan komento type autoexec.-bat.

2. Komentotulkki alkaa suorittamaan komennon vaatimia toimenpiteitä käyttäen hyväksi käyttöjärjestelmän palveluja. Käyttöjärjestelmä taas käyttää hyväksi BIOSin palveluja.

3. Toimenpiteiden seurauksena levykeaseman ohjain käynnistää levykeaseman pyöritinmoottorin, siirtää askelmoottoria käyttäen luku/kirjoituspään uralle, josta autoexec.bat-tiedosto löytyy sekä alkaa lukea tiedostoa.

4. Kun oikea sektori on löytynyt, riittävästi tietoa on siirtynyt levykeasemasta levykeaseman ohjaimeen. Ohjain aktivoi keskeytyspyyntölinjan numero 6 (IRQ 6) asettamalla sen loogiseen ykköstilaan, "1". Looginen ykkönen tarkoittaa, että linjalla on noin +5 voltin jännite (looginen nolla, "0" = 0 volttia).

   IRQ 6 -linja on levykeaseman ohjaimen liittimessä liitin B22. B-puoli on se, jossa ei ole komponentteja ja numerointi alkaa kortin siitä päästä, josta se kiinnitetään ruuvilla keskusyksikköön. Tällä toimenpiteellä ohjain ilmoittaa muulle laitteistolle, että nyt tietoa on valmiina luettavaksi ohjaimelta korttiliittimen kautta DMA-siirtona emolevylle.

5. Emolevyllä olevan lisäkorttiliitimen vastaava liitin B22 on kytketty ohjelmoitavan keskeytyksen ohjaimen (*PIC, Programmable Interrupt Controller*) IRQ 6 -sisäänmenoon. Perus PIC on tyypiltään 8259A, hyvin usein PIC:n toiminnat on osana monimutkaisempaa mikropiiriä, esim 82C206 sisältää mm. 2 PIC:ä. Perus PC:ssä on yksi ja AT:ssa 2 PIC -piiriä (isäntä, *Master* ja orja, *Slave*).

6. PIC ilmoittaa CPUlle, että keskeytyspyyntö on havaittu. Mikäli mikään tärkeämpi keskeytyspalvelu ei ole menossa, CPU hyväksyy keskeytyspyynnön. Tiedonsiirto levyaseman ohjaimelta keskusmuistiin tapahtuu DMA-siirtona. CPU huolehtii, että levykkeeltä luetut tavut siirtyvät myös näytönohjaimelle ja sitä kautta näytön kuvapinnalle.

Mikäli IRQ 6 -linja ei ole kunnossa, kone käynnistyy kiintolevyltä aivan normaalisti (kiintolevyn ohjaimella on käytössä yleensä IRQ 14), mutta lukeminen levykkeeltä ei onnistu. Levykeaseman moottori alkaa pyöriä ja sen merkkivalo palaa, mutta levykeaseman ohjain ei saa ilmoitettua CPU:lle, että tieto olisi valmis siirrettäväksi. Kone jumiutuu.

Asian voi tarkistaa tutkimalla IRQ 6 -linjan tilaa esimerkiksi logiikkakynällä lisäkorttiliittimen nastasta B22. Mikäli sen looginen tila ei muutu yritettäessä lukea levykkeeltä, on joko levykeaseman ohjain tai PIC viallinen. Mikäli levykkeeltä lukeminen ei onnistu toimivaksi todetulla ohjaimella, on vika todennäköisesti PIC-piirissä tai siinä VLSI-piirissä, jossa PIC-toiminnot ovat.

Piirin vaihto onnistuu, mikäli piiriä ei ole juotettu emolevyyn ja varsinkin, jos sellaisen jostain löytää. Mikäli piiri on juotettu emolevylle sen vaihto ei onnistu kotikonstein. Yrityksestä on yleensä seurauksena kaiken tuskan ja murheen lisäksi korjauskelvoton emolevy. Levykeaseman toimimattomuuteen on paljon muitakin mahdollisia syitä.

Keskeytysohjaimet

PIC *(Programmable Interrupt Controller)* -ohjain hoitaa PC-mikron keskeytysten hallinnan.

PC:ssä on yksi PIC, jonka avulla voidaan hyödyntää kahdeksaa laitteistokeskeytystä, IRQ-linjat 0 - 7. 8259A-piirissä on 8 keskeytyspyyntölinjan sisäänmenoa. Se on kytketty CPU:n datalinjaan, jota kautta se yksilöi keskeytystä pyytävän laitteen. Ohjauslinjojen ja tietoväylän avulla voidaan PIC:n toimintaan vaikuttaa ohjelmallisesti.

AT:ssa ja uudemmissa mikroissa on kaksi PIC-piiriä, jotka ovat kytketty toisiin siten, että orjan *(Slave)* PIC:n lähtö on kytketty isäntä *(Master)* PIC:n IRQ 2 -sisäänmenoon.

Käytettävissä olevia keskeytyksiä on vain 15, sillä keskeytystä 2 käytetään siltana näiden kahden PIC-piirin välillä. Kun orja PIC:lle (IRQ 8 - 15) tulee keskeytyspyyntö, se lähettää keskeytyspyynnön isäntä PIC:n IRQ 2 -sisäänmenoon.

Keskeytysten prioriteetti

Kaikki laitteistokeskeytyspyynnöt eivät ole samanarvoisia. Alemman prioriteetin omaavaa keskeytyspyyntöä ei toteuteta ennen kuin ylemmän prioriteetin omaava keskeytysaliohjelma on suoritettu. Mikäli ylemmän prioriteetin omaava keskeytyspyyntö tulee silloin kun alemman prioriteetin omaava keskeytysaliohjelma on menossa, ohjelman suoritus keskeytetään ylemmän prioriteetin omaavan keskeytysaliohjelman ajaksi. Tällaisia keskeytettyjä keskeytysaliohjelmia voi samanaikaisesti olla useita, sillä tärkeimmät asiat hoidetaan ensin.

PC:n PIC-piirissä korkein prioriteetti on linjalla IRQ 0 ja alhaisin linjalla IRQ 7. Seuraavassa taulukossa on AT:n **prioriteettijärjestys.** Hieman erikoiseen järjestykseen vaikuttaa kahden PIC-piirin sarjaankytkentä.

PC-mikron keskeytysrakenne prioriteettijärjestyksessä

IRQ	Keskeytysaliohjelman numero	Toiminta
IRQ 0	8	Kellokeskeytys (n. 18.2 1/s)
IRQ 1	9	Näppäimistö
IRQ 2	A	Orja 8259A
IRQ 8	70	Reaaliaikakello (1024 1/s)
IRQ 9	71	Liitetty ohjelmallisesti IRQ 2:een
IRQ 10	72	Käyttämätön
IRQ 11	73	Käyttämätön
IRQ 12	74	Käyttämätön
IRQ 13	75	Matematiikkaprosessori
IRQ 14	76	Kiintolevyn ohjain
IRQ 15	77	Käyttämätön tai toinen IDE-portti
IRQ 3	B	COM 2 tai COM 4
IRQ 4	C	COM 1 tai COM 3
IRQ 5	D	LPT 2
IRQ 6	E	Levykeaseman ohjain
IRQ 7	F	LPT 1

Huomaa, että jos voit vaikuttaa lisäkortilla olevan IRQ-linjan valintaan, voit samalla vaikuttaa sen prioriteettiin. Mikäli käytössä on samanaikaisesti sekä COM 1 joka käyttää IRQ 4 -linjaa että COM 2 (IRQ 3), on COM 2:een kytketty laite prioriteettijärjestyksessä korkeammalla. Tämä tarkoittaa, että CPU alkaa palvelemaan sitä, vaikka COM 1:een kytketyn laitteen keskeytysaliohjelma olisi meneillään.

NMI-keskeytys

Edellä kuvatut laitteistokeskeytykset voidaan ohjelmallisesti estää. Estämätön keskeytys *(**N**on **M**askable **I**nterrupt)* tarkoittaa laitteistokeskeytystä, jota ei ohjelmallisesti saada millään konstilla estettyä.

NMI-linja on yleensä kytketty siten, että keskusmuistin pariteetintarkistuksessa huomattu pariteettivirhe aiheuttaa NMI-keskeytyksen. Käynnissä olevan ohjelman suoritus loppuu ja kuvaruudulle tulostuu esimerkiksi ilmoitus:

ON BOARD PARITY ERROR
ADDR (HEX) = (1000:2BC2)
SYSTEM HALTED

Ilmoituksen ulkoasuun vaikuttaa koneessasi oleva BIOS ROM ja osoitteeseen virheellisen muistipaikan muistiosoite

ON BOARD PARITY ERROR eli emolevyllä olevassa keskusmuistissa on jotain vikaa, jolloin ohjelman suorituksen jatkaminen ei ole järkevää. Satunnainen pariteettivirhe on harvinainen. Mikäli koneesi alkaa antamaan pariteettivirheitä aina silloin tällöin saattaa syynä olla muistipiirien liiallinen lämpeneminen, virheet loppuvat kun ilmankiertoa koneen ympärillä parannetaan tai muulla tavoin muistipiirien lämpötila saadaan laskemaan (tuuletin). Mikäli vaiva ei tästä asetu, on jossain muistipiirissä vikaa ja se on vaihdettava.

Osoite (**ADDR**) ilmoittaa heksadesimaalilukuna (**HEX**) keskusmuistin muistipaikan, jossa pariteettivirhe on tapahtunut. Osoitteen muoto on segment:offset, esimerkissä segment = **1000** ja offset **2BC2**, jolloin todellinen osoite on

```
   1000
+  2BC2
```

```
12BC2
```

(desimaalisena 76738, joka on noin 75 kt keskusmuistin alusta)

SYSTEM HALTED taas tarkoittaa sitä, että prosessori ei suorita enää käskyn käskyä ennen kuin kone on uudelleenkäynnistetty.

System Halted -ilmoitus saattaa tulla useastakin syystä. Joka tapauksessa prosessori ei ilmoituksen jälkeen tee enää mitään. Tästä seuraa, että et voi tallentaa keskusmuistissa olevia tietoja levylle, vaan ne on menetetty. Koska joissakin tapauksissa saattaa kiintolevyn FAT hieman seota, aja FDISK tai SCANDISK, kun olet bootannut koneen.

NMI-keskeytystä ei saa estettyä. System Halted -ilmoitus voidaan kuitenkin estää tekemällä oma keskeytysaliohjelma, joka suoritetaan alkuperäisen sijasta NMI-keskeytyksen tapahduttua.

DMA-kanava

DMA (***D**irect **M**emory **A**ccess*, suora muistisaanti) tarkoittaa tiedon siirtoa muistiin, ilman että prosessori hoitaisi koko siirron.

8086/88-mikroissa DMA-siirto on huomattavan nopea normaalin tiedon siirtoon verrattuna. Sitä käytetäänkin muun muassa kiintolevyn tietojen siirtoon.

AT- ja uudemmissa mikroissa DMA:n etu pienenee verrattuna normaaliin tiedonsiirtoon, koska DMA:n kellotaajuus on melko pieni väylän kellotaajuuteen verrattuna. Tämän vuoksi näissä mikroissa käytetäänkin DMA:n sijaan usein PIO-siirtoa *(Programmed I/O)*. Varsinkin kiintolevyt käyttävät PIO-siirtoa, koska ne tarvitsevat nopeimman mahdollisen tiedonsiirtomenetelmän. PIO:sta on tarkemmin luvussa Kiintolevyt/IDE.

Nykyaikaisessa mikrossa äänikortit ja käsikuvanlukijat ovat enää niitä harvoja laitteita, jotka tarvitsevat DMA-kanavia.

Prosessorin suorittamassa tiedonsiirrossa 8-, 16- tai 32-bittiset datasanat luetaan yksi kerrallaan johonkin CPU:n rekistereistä, josta ne siirretään haluttuun paikkaan sellaisenaan. CPU:n kyky käsitellä tietoa menee siirron aikana hukkaan, koska siirrettävälle tiedolle ei suoriteta mitään

aritmeettisia eikä loogisia toimintoja. DMA-tiedonsiirrossa käytetään hyväksi sellaisia ajanjaksoja, jolloin CPU ei tarvitse käyttöönsä osoite- ja datalinjoja.

DMA-ohjain ottaa vastaan DMA-pyynnöt siihen kytketyiltä laitteilta, kommunikoi CPUn kanssa ja kun CPU on antanut luvan käyttää osoite- ja tietoväyliä, huolehtii DMA-ohjain tiedonsiirrosta.

DMA-ohjaimelta lähtevät DACK (***D**MA **Ack**nowledge*)-linjat, joiden avulla DMA-ohjain ilmoittaa siihen kytketyille laitteille, että laitteen lähettämä DMA-pyyntö on hyväksytty.

DMA PC:ssä

PC:ssä tietoa voidaan siirtää vain lisäkorttien ja keskusmuistin välillä, koska tiedonsiirtoon keskusmuistin sisällä tarvittaisiin toiseksi DMA-kanavaksi numero 0, joka PC:ssä on käytössä keskusmuistin virkistykseen.

DMA-pyynnöt johdetaan DMA-ohjaimeen (piiri 8237A) DRQ (***D**MA **Re**quest*) -linjojen avulla.

PC:ssä on neljä kappaletta 8-bittistä (DRQ 0 - 3) DRQ-linjaa sekä niitä vastaavat DACK-linjat.

DMA-kanavien käyttö PC-mikrois-sa

DMA	Toiminta	Siirto (bittiä)
0	RAM-muistin virkis-tys	8
1	Vapaa	8
2	Levykeasema	8
3	Kiintolevy	8

DMA AT:ssa

Nämä DMA-säännöt pätevät kaikissa 286- ja sitä uudemmissa mikroissa. Uusissa Pentium Pro -mikroissakin käytetään nimitystä AT DMA-kanava. Nimi juontaa siitä, että AT-mikrossa otettiin ensimmäistä kertaa uusia DMA-kanavia käyttöön, eikä niitä ole sen jälkeen kehitetty eikä korvattu uusilla ratkaisuilla.

AT:ssä tietoa voidaan DMA:n avulla siirtää lisäkorttien ja keskusmuistin välillä sekä keskusmuistin sisällä. 80286:n konekielinen käsky (MOVS) käyttää automaattisesti DMA-siirtoa siirtäessään tavuja keskusmuistin osoitteesta toiseen.

AT:ssa ja uudemmissa mikroissa on yleensä kaksi DMA-ohjainpiiriä tai niitä vastaavat toiminnat VLSI-piirin osana. Joissakin vanhoissa AT-koneissa saattaa olla vain yksi DMA-ohjain, jossa on neljä 8-bittistä DMA-kanavaa. AT:ssa on neljä 8-bittistä ja kolme 16 bittistä DMA-linjaa. DMA-kanavia hoitavat kaksi piiriä ovat kytketty sarjaan samalla tavalla kuin PIC-piirit.

AT:n 8-bittisestä DMA-siirrosta huolehtivan DMA-ohjaimen lähtö on kytketty 16-bittisestä DMA-siirrosta huolehtivan DMA-ohjaimen yhteen sisäänmenoon (DRQ 4), tästä syystä AT:ssa on käytettävissä 4 + 3 DMA-kanavaa.

Seuraavassa taulukossa on AT:n DMA-kanavien toiminta, korttipaikka ja -tyyppi sekä tiedonsiirron leveys.

DMA-kanavien käyttö AT- ja uudemmissa mikroissa

DMA	Toiminta	Korttipaikka	Korttityyppi (bittiä)	Siirto (bittiä)
0	Vapaa	On	16	8
1	Äänikortti/vapaa	On	8/16	8
2	Levykeasema	On	8/16	8
3	ECP/vapaa	On	8/16	8
4	DMA cascade	Ei	------	16
5	Äänikortti/vapaa	On	16	16
6	SCSI/vapaa	On	16	16

7	Vapaa	On	16	16

DMA:n toiminta

Kun DMA-ohjaimeen kytketty laite, esimerkiksi levykeaseman ohjain, on valmis siirtämään tietoa keskusmuistiin, asettaa se DRQ 2 -linjan "1"-tilaan. DRQ 2 johtaa levykeaseman ohjaimelta lisäkorttiliittimen kautta (B6) DMA-ohjaimeen.

Tämä tapahtuu sen jälkeen, kun levykeaseman ohjain on keskeytyspyynnöllä ilmoittanut CPU:lle, että tietoa on valmiina luettavaksi keskusmuistiin.

Saatuaan DMA-pyynnön DMA-ohjain ilmoittaa asiasta CPU:lle ja kun CPU ei tarvitse osoite- ja tietolinjoja se ilmoittaa DMA-ohjaimelle, että väylät ovat vapaina. DMA-piiri aktivoi DACK 2 -linjan (B26). Miinusmerkki tarkoittaa että lepotilassa linjalla on "1" ja linjan aktivoituessa sen tilaksi muuttuu "0".

DACK 2 -linja johtaa lisäkorttiliittimen kautta levykeaseman ohjaimelle. Linjan aktivoituessa ohjain tietää, että kohta tiedon siirto tietoväylien kautta ohjaimelta suoraan keskusmuistiin alkaa. Koska DMA-siirto tapahtuu CPU:n toimintaa häiritsemättä ja laitteistotasolla, on se tehokas ja nopea tapa siirtää tietoa lisäkorteilta keskusmuistiin.

Ongelmat

Mikäli koneeseen asennetun kortin käyttämä DMA-kanava on jo käytössä ja kortti ei toimi, tutki voiko kortilla olevilla jumppereilla kortin käyttämää DMA-kanavaa muuttaa. Mikäli voi, muuta kanava toiseksi, aja lisäkortin mukana tullut asennusohjelma uudelleen (jotta voit ilmoittaa ohjelmalle muuttuneen DMA-kanavan) ja testaa kortin toiminta.

Mikäli kortin käyttämää DMA-kanavaa ei voi muuttaa, tutki mikä toinen lisäkortti on kyseisen kanavan varannut ja koeta muuttaa sen DMA-kanavan numero toiseksi. Mikäli tämäkään ei onnistu, tutki voidaanko kummastakaan kortista saada DMA-tiedonsiirtoa pois päältä. Jos se voidaan tehdä, kortit toimivat yhtä aikaa. Toisen kortin tiedonsiirto tosin hidastuu.

Osoitteet

Osoitteen *(I/O Base Address)* avulla tietokone pystyy ohjaamaan erilaisia oheislaitteita. Jokaisella laitteella on oma yksilöllinen osoitteensa. Jos kahden laitteen osoite on sama, on seurauksena laitteiden toimimattomuus tai tietokoneen jumiutuminen. Toisen laitteen osoite on silloin muutettava vapaalle alueelle.

Hiiren, kirjoittimen ja muiden oheislaitteiden lisäksi tietokoneen sisäiset yksiköt tarvitsevat myös oman osoitteensa. Näitä ovat muun muassa reaaliaikakello, näytönohjain ja näppäimistön ohjaus.

Jotkut laitteet tarvitsevat osoitteen lisäksi **RAM-osoitealueen** *(Address Range)*. Esimerkiksi useat verkkokortit käyttävät keskusmuistin alueelta 640 - 1023 kt jonkin verran muistia toimintoihinsa. **ROM-osoitealuetta** tarvitaan taas esimerkiksi SCSI-kortin BIOSia varten. Alue on määriteltävä, jotta tarvittavat tiedot löytyvät oikeasta paikasta. Alue voi olla esimerkiksi CA000 - CBFFF. Osoitealueet määritellään jumppereilla tai ohjelmallisesti.

Seuraavana esitellään muutamia tärkeimpiä laitteita ja niiden oletusosoitteita. Kaikki osoitteet ovat heksadesimaalisessa muodossa.

Huomaa, että myös monia muita osoitteita on käytössä, joten ennen uuden laitteen asentamista on syytä tutkia, onko sille sopivaa osoitetta vapaana. Plug and Play -systeemissä laitteisto tutkii itse mahdolliset vapaat resurssit.

Portit

COM 1	3F8h
COM 2	2F8h
COM 3	3E8h
COM 4	2E8h

LPT 1	3BCh tai 378h
LPT 2	378h tai 278h
LPT 3	278

Joystick 200h - 207h

Näytönohjain

Mono/EGA/VGA	3B0h - 3BBh
EGA/VGA	3C0h - 3CFh
CGA/EGA/VGA	3D0h - 3DFh

Äänikortti

Sound Blaster	220h tai 240h
MS Sound System	530h tai 604h tai E80h tai F40h
MIDI	300h tai 330h

SCSI

SCSI-kortti	330h tai FC0h - FCFh

Verkkokortti

Verkkokortti	250h tai 300h tai 330h

Levyasemat

Levykeasema	3F0h - 3F7h
IDE (Primary)	1F0h - 1F7h
IDE (Secondary)	170h - 177h

Muita

Näppäimistö	060h ja 064h
Matematiikkaprosessori	0F0h - 0FFh
Ajastin	040h - 05Fh
Toinen 8259 IRQ-ohjain	0A0h - 0BFh
Reaaliaikakello	070h - 07Fh

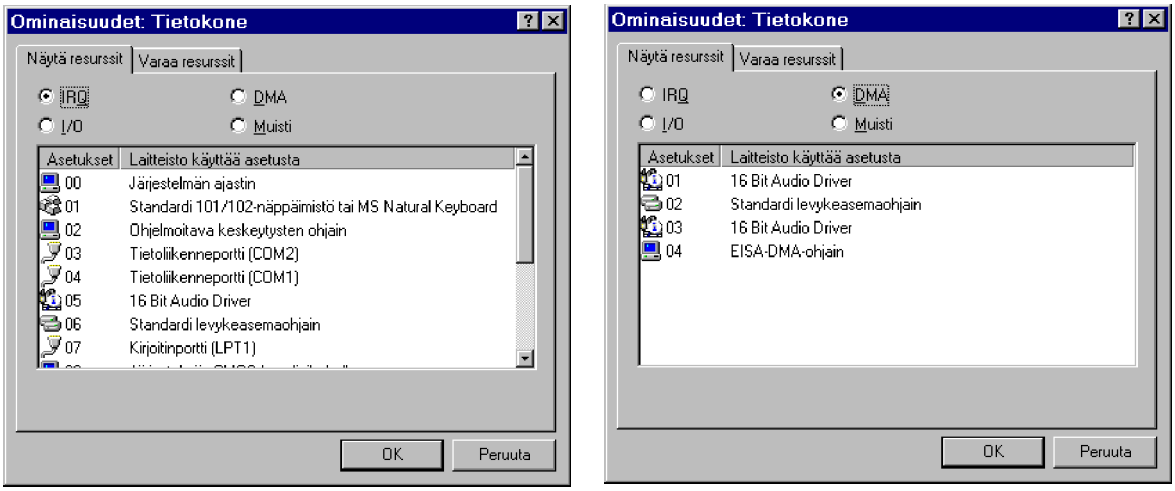
Resurssien tutkiminen

Laitteistoresursseja voit tutkia Windows 95:n ohjauspaneelin *(Control Panel)* Järjestelmä-ohjelman tai Windows 3.X:ssä MSD-ohjelman avulla.

Windows 95

Käynnistä Järjestelmä-ohjelma ja valitse Laitehallinta-kielekkeestä Tietokone ja napauta Ominaisuudet-painonappia.

Näyttöön tulee ikkuna, josta voit tutkia keskeytyksiä, DMA-kanavia, I/O-osoitteita ja muistiosoitteita. Valitse hiirellä haluttu ryhmä.

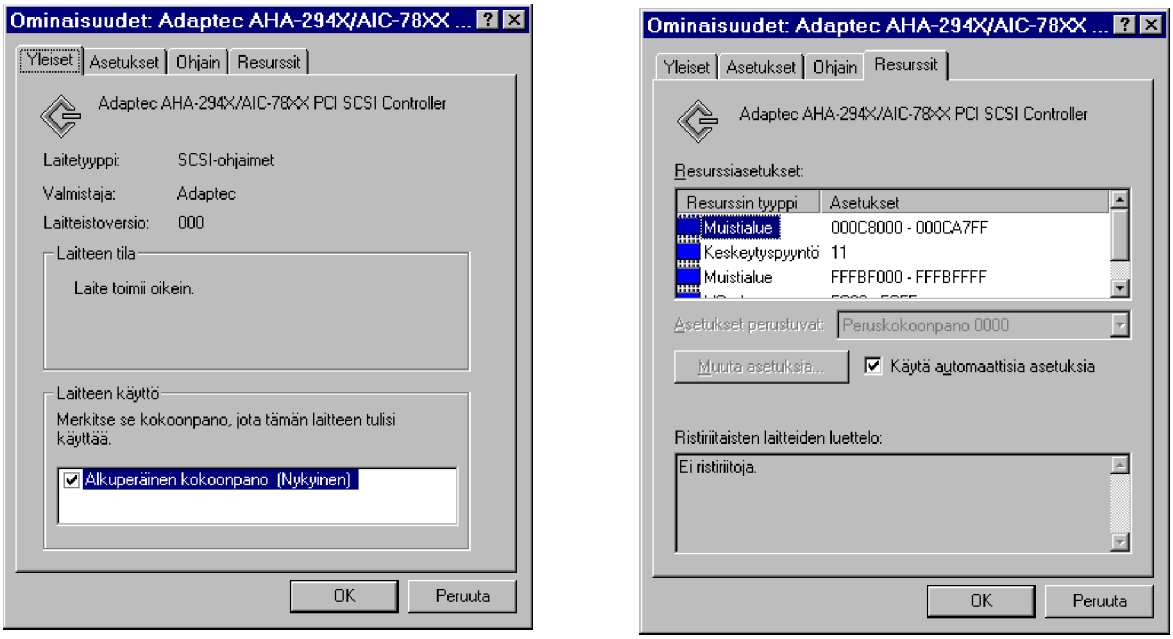


Kuva: Windows 95:n keskeytyslistan alkuosa ja DMA-kanavat.

Näistä ikkunoista nähdään mitkä resurssit ovat minkäkin laitteen varaamia ja mitä ovat vapaana. Listat ovat varsin hyödyllisiä, jos uuden laitteen asentamisessa on ongelmia.

Jos jokin resurssi ei ole se mikä pitäisi, tutki seuraavan kohdan avulla, jos resurssia voisi vaikka muuttaa.

Resursseja voi myös muuttaa Järjestelmä-ohjelmasta. Valitse haluttu laite ja napauta Ominaisuudet-painonappia.



Kuva: SCSI-ohjaimen kaksi ominaisuusikkunaa Windows 95:ssä.

Ikkunoista näet helposti toimiiko laite oikein ja mitä resursseja se varaa. Voit muuttaa joitakin resursseja tai käyttää vakiokokoonpanomäärityksiä. Kokoonpanomäärityksessä on valmiit resurssit, jotka eivät riitele keskenään. Joillekin laitteille on useita kokoonpanomäärityksiä, joista voi valita sen omassa mikrossa toimivan. Jos tiettyä resurssia ei voi muuttaa, ilmoittaa Windows 95 siitä.

Laitteistoristiriita

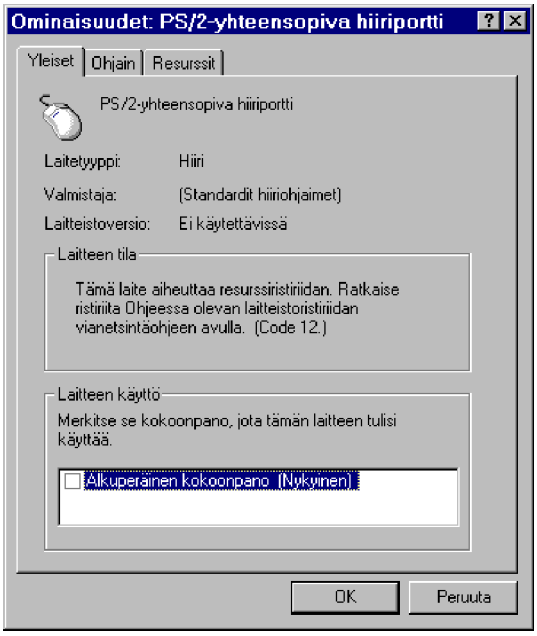
Kahta laitetta ei voi käyttää yhtä aikaa, jos niiden jokin resurssi menee päällekkäin. Seuraavassa esimerkissä käsitellään PS/2-hiiren ja videokortin päällekkäisiä asetuksia. PS/2-hiiri käyttää keskeytystä 12, jota käyttäisimme myös videokortille.

Windows 95 pyrkii asentamaan moniin mikroihin PS/2-hiiren, vaikka kyseistä liitäntää mikrossa ei olisikaan. Jos PS/2-hiiri pelkästään poistetaan, ilmoittaa Windows 95 seuraavan käynnistyksen yhteydessä löytäneen uuden laitteen ja asentaa uudestaan laiteohjaimet.

Huomaa, että tässä tapauksessa hiiriohjain poistetaan käytöstä tarpeettomana. Mikrossa käytetään sarjahiirtä keskeytyksessä 4. Jos kyseessä olisi kaksi oikeasti käytössä olevaa laitetta, joiden resurssit ovat päällekkäin, olisi molemmille etsittävä vapaat resurssit.

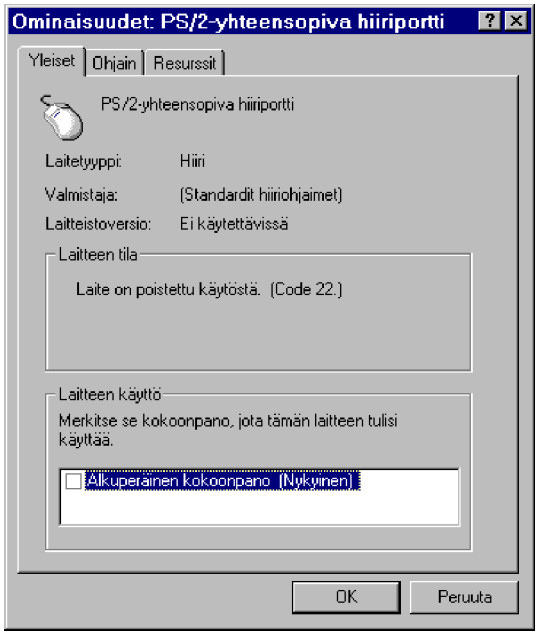
Jos laite on käytössä ja jokin resurssi on sama muun laitteen kanssa, näkyy Järjestelmä-ikkunassa kyseisen laitteen kohdalla keltainen huutomerkki. Jos videokortti on asennettu PS/2-hiiren kanssa keskeytykselle 12, näkyy molempien laitteiden kohdalla täten tämä virhemerkki.

Jos molemmat laitteet ovat yhtä aikaa päällä näkyvät hiiren resurssiominaisuudet seuraavanlaisina.



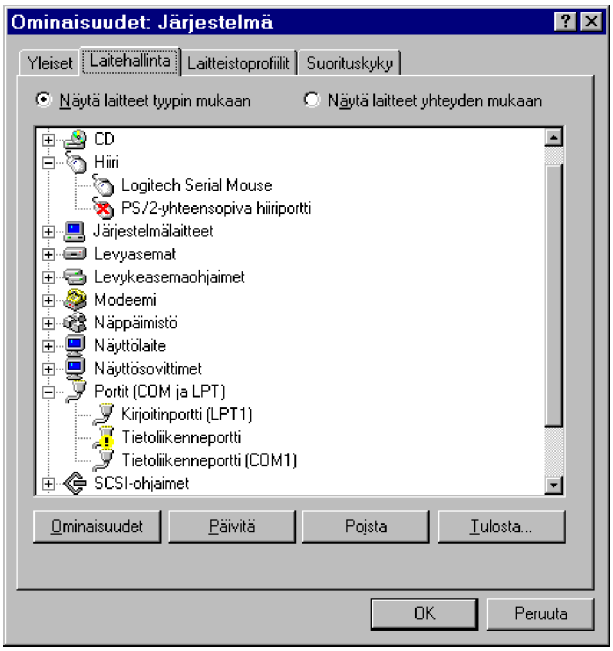
Koska Windows 95 on havainnut resurssiristiriidan, se ei käytä mitään resursseja kyseiselle laitteelle. Lisäksi se suosittelee vianetsintäohjelmaa, jotta mahdollinen vika löytyisi. Yleensä on nopeampaa tutkia mitkä laitteet on varustettu keltaisella huutomerkillä Järjestelmä-ikkunasta. Näissä laitteissa on joitain asetusongelmia.

Toinen laite, eli tässä tapauksessa PS/2-hiiri, voidaan ottaa käytöstä pois Ominaisuudet-painonapin takaa löytyvästä ikkunasta.

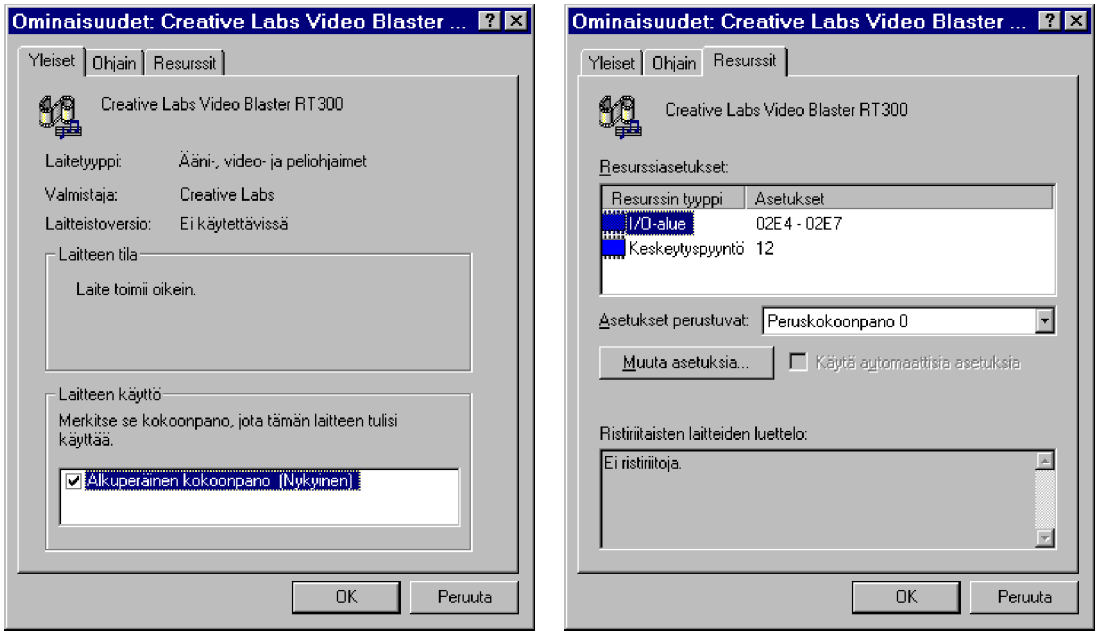


Aseta Laitteen käyttö -kohdasta rastivalinta pois. Kun mikro käynnistetään uudestaan, näkyy Järjestelmä-ikkunassa laitteen kohdalla punainen rasti. Tällöin Windows 95 on huomioinut laitteen, mutta se ei ole käytössä. Resurssit ovat vapaana muille laitteille.

Seuraavassa kuvassa näkyy PS/2-hiiri, joka on poistettu käytöstä sekä Tietoliikenneportti, jossa on laitteistoristiriita.



Kun PS/2-hiiriajuri on poistettu, näyttää toisen laitteen eli videokortin resurssit seuraavilta.



Keskeytys on vapaana, ristiriitoja ei ole ja laite toimii.

MSD

MSD-ohjelmalla tutkitaan DOS-käyttöjärjestelmän resursseja. Jos käytät Windows 3.X-käyttöliittymää, poistu DOSiin ennen kuin käynnistät MSD-ohjelman. Muutoin tulokset saattavat olla virheellisiä.

Käynnistä Microsoft Diagnostics -ohjelma antamalla komentotulkille komento MSD. Mikäli ohjelma ei käynnisty, tarkista että käytössäsi on DOSsin versio 6.0 tai uudempi ja että MSD on hakupolulla.

Valitsemalla MSD-ohjelmasta valinnan IRQ-Status painamalla esimerkiksi q-näppäintä, saat näkyville koneessasi olevien laitteistokeskeytysten käytön.

IRQ	keskeytyksen numero (PC 0 - 7, AT 0 - 15)
Address	osoite, josta keskeytysohjelma alkaa
Description	kuvaus keskeytyksestä
Detected	onko havaittu
Handled by	keskeytyksen käyttö

Näkymä voi AT:ssa olla tämän näköinen, mikäli config.sys ja autoexec.bat on ohitettu:

IRQ	Address	Description	Detected	Handled By
0	1AE3:003C	Timer Click	Yes	Default Handlers
1	1AE3:0045	Keyboard	Yes	Default Handlers
2	1AE3:0057	Second 8259A	Yes	Default Handlers
3	1AE3:006F	COM2: COM4:	COM2:	Default Handlers
4	1AE3:0087	COM1: COM3:	COM1:	Default Handlers
5	1AE3:009F	LPT2:	No	Default Handlers
6	1AE3:00B7	Floppy Disk	Yes	Default Handlers
7	0070:06F4	LPT1:	Yes	System Area
8	1AE3:0052	Real-Time Clock	Yes	Default Handlers
9	F000:EECF	Redirected IRQ2	Yes	BIOS
10	1AE3:00CF	(Reserved)		Default Handlers
11	1AE3:00E7	(Reserved)		Default Handlers
12	1AE3:00FF	(Reserved)		Default Handlers
13	F000:EED8	Math Coprocessor	Yes	BIOS
14	1AE3:0117	Fixed Disk	Yes	Default Handlers
15	F000:FF53	(Reserved)		BIOS

Default Handlers tarkoittaa, että keskeytysaliohjelma on käyttöjärjestelmän alkuperäinen ohjelma eli mikään muu ohjelma ei ole muuttanut keskeytysaliohjelman toimintaa.

Seuraavana on alku erään verkkoon kytketyn 486:n listasta:

IRQ	Address	Description	Detected	Handled By
0	06BD:1875	Timer Click	Yes	Block Device
1	06BD:1923	Keyboard	Yes	Block Device
2	04E0:0057	Second 8259A	Yes	Default Handlers
3	04E0:006F	COM2: COM4:	COM2:	Default Handlers
4	04E0:0087	COM1: COM3:	COM1:	Default Handlers
5	D588:0165	LPT2:	No	3C503
6	04E0:00B7	Floppy Disk	Yes	Default Handlers
7	0070:06F4	LPT1:	Yes	System Area

Block Device tarkoittaa, että jokin käynnistyksen yhteydessä ladatuista laiteohjaimista on ottanut käyttöönsä ko. keskeytyksen. Laiteohjaimen avulla voidaan ottaa käyttöön uusi keskeytysaliohjelma, joka suoritetaan entisen tilalla. Esimerkiksi KEYBSU-ohjelman avulla korvataan alkuperäinen IRQ 1 -keskeytysaliohjelma sellaisella, joka "ymmärtää" skandinäppäimiä.

Koska mikrossa ei ole LPT 2 -porttia on IRQ 5 otettu verkkokortin käyttöön. Asia ilmenee sarakkeesta Handled by, jossa lukee 3C503, joka on verkkokortin laiteohjaimen nimi. Verkkokortilla olevilla jumppereilla on verkkokortin IRQ-linjan lähtö yhdistetty korttiliittimen napaan B 23, joka on mikron lisäkorttiliittimessä IRQ 5:n sisäänmeno. Alkuperäinen IRQ 5 -keskeytysaliohjelma, jonka tarkoitus oli huolehtia kirjoittimen ohjauksesta, korvautuu verkkokäytössä verkko-ohjelmistoon kuuluvalla ohjelmalla.

17. Resurssit

18. ASENNUKSET

Koska tekniikka edistyy huimaa vauhtia, on mikroon silloin tällöin asennettava uusia osia tai päivitettävä vanhempia. Monet perusmikron hankkineet tulevat asentamaan ensimmäisenä lisälaitteenaan todennäköisesti ääni- tai modeemikortin. Tässä luvussa neuvotaan ensimmäisenä lisäkortin asennuksesta ja sen jälkeen hieman muista päivityskohteista ja mahdollisuuksista.

Mikron päivittäminen on vaihtoehto uuden tehokkaamman mikron hankkimiselle. Päivittäminen tarkoittaa joidenkin laiteosien vaihtoa uudempiin tehokkaampiin ja/tai isompiin vastaaviin. Koko mikroa ei välttämättä tarvitse uusia.

Huomaa, että tehokkaampi mikro ei aina tarkoita nopeampaa mikroa, vaan voi tarkoittaa esimerkiksi suuriruutuisemman näytön tai suurikapasiteettisemman kiintolevyn hankintaa.

Jos kyseessä on 386- tai 486-mikro, kannattaa se vaihtaa kokonaisuudessaan uudempaan. Kiintolevy, näytönohjain ja näyttö ovat todennäköisesti niin vanhoja, että ne jarruttaisivat merkittävästi uuden emolevyn suorituskykyä. Mutta, jos olet hankkinut siihen esimerkiksi uudehkon modeemin tai kuvanlukijan, älä heitä niitä pois. Nehän on helppo liittää uuteen mikroon.

Kuinka lisäkortti asennetaan

Normaalisti lisäkortin asentaminen onnistuu ilman sen suurempia ongelmia. Mutta kun ongelmia syntyy, saattaa niiden selvittäminen vaatia hyvää laitteiston ja käyttöjärjestelmän asiantuntemusta. Ohessa eräitä yleisiä neuvoja lisäkorttien kanssa puuhasteluun.

Ennen kuin ostat kortin

Kun PC-mikroon halutaan lisätä uusi lisäkortti, kannattaa ennen hankintaa varmistaa kaksi asiaa: koneen väylätyyppi ja vapaiden korttipaikkojen lukumäärä. PC-mikrossa voi olla viisi erilaista väylää, johon lisäkortti voidaan sijoittaa.

Väylät ovat:

- ISA (8- ja 16-bittiä)
- MCA eli mikrokanava
- EISA
- VLB-paikallisväylä (VESA LocalBus)
- PCI-paikallisväylä

Valtaosa nykyisistä mikroista käyttää edelleen jo ensimmäisissä IBM-mikroissa käytössä ollutta ns. ISA- (*Industry Standard Architecture*) eli PC/AT-väylää. Väylä ja lisäkortti voi olla tällöin joko 8- (PC) tai 16-bittinen (AT). Myös PCI-paikallisväylä löytyy lähes kaikista uusista mikroista. Molempien väylien korttipaikkoja on emolevyllä tyypillisesti 3 kappaletta.

IBM:n mikrokanava (MCA, *Micro Channel Architecture*) ja muiden laitevalmistajien kehittämä EISA (*Enhanced Industry Standard Architecture*) ovat käymässä jo varsin harvinaisiksi. Ne ovat olleet käytössä lähinnä tunnetuimpien merkkivalmistajien tehokkaimmissa laitteissa. Myös VLB-paikallisväylä on häviämässä kokonaan.

Paikallisväylä on lähinnä kiintolevyn, verkkokortin ja näytönohjaimen ohjaamiseen tarkoitettu 32- tai 64-bittinen väylä. Paikallisväylä voi olla VLB tai PCI. Niiden liitäntäkannat ovat erilaisia, joten esimerkiksi VLB-kortti ei sovi PCI-kantaan.

Selvitettyäsi koneen väylän tyyppi kannattaa ennen kortin hankintaa varmistaa, että koneessasi on sopiva fyysisesti vapaa korttipaikka lisättävää korttia varten. Lisäkortti on pituudeltaan joko täysi-, lyhyt tai puolipitkä. Mikäli koneen kotelo on kooltaan pieni, saattaa vapaiden lisäkorttipaikkojen määrä ja koko olla rajoitettu. Jos lisättävä kortti ei mahdu sille tarkoitettuun tilaan, voit yrittää saada vapaaksi sopivan kokoisen lisäkorttipaikan uudelle kortille muuttamalla korttien järjestystä.

Uusi lisäkortti saattaa olla tavallinen jumppereilla säädettävä tai PnP-kortti (Plug and Play), joka asentuu Windows 95:een automaattisesti. Jos laitteistosi tukee PnP-kortteja, ne ovat yleensä huomattavasti helpompia asentaa. Katso seuraavista luvuista tarkemmin PnP:stä.

Lisäkortin asetukset

Hankittuasi lisäkortin kannattaa aina tutustua sen mukana tulevaan asennusohjeeseen. Asennusohjeissa on usein kerrottu hyödyllisiä ohjeita kortin asennusta ja sijoittamisesta varten. Mikäli kortin mukana tulee asennuslevyke, kannattaa siihen etukäteen tutustua. Levykkeellä saattaa olla README.TXT tai muu vastaavanlainen tiedosto. Se kertoo viimeisimmät ohjeet ja muutokset ohjekirjan painattamisen jälkeen liittyen korttiin ja sen asentamiseen.

Korttia ei kannata heti laittaa paikalleen, sillä kortin oletustietoja joudutaan usein muuttamaan laitteistosta riippuen kortilla olevien kytkimien (DIP tai jumpperi) avulla.

Kolme yleisintä asetusta mitä lisäkortille joudutaan muuttamaan ovat:

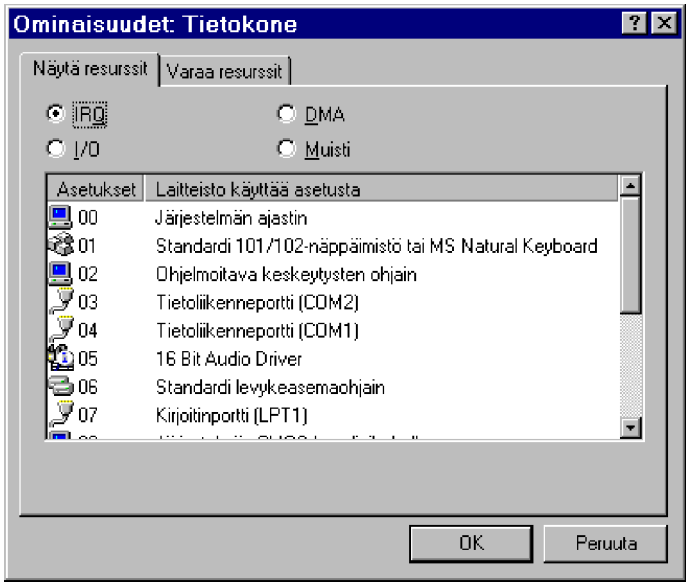
- Keskeytys (IRQ)
- I/O-osoite (Base I/O)
- DMA-kanava

Plug and Play -lisäkortit osaavat Windows 95:ssä asettaa itse asetukset ohjelmallisesti, eikä kortissa olekaan jumppereita. Yleensä asetukset menevät oikein, eikä käyttäjän tarvitse puuttua niihin. Ongelmia saattaa tulla, jos mikrossa on vanhoja lisäkortteja. Silloin Plug and Play -lisäkortti ei aina huomaa sitä ja asetukset saattavat mennä päällekkäin. Tällöin ainoa keino on asettaa lisäkortin asetukset käsin.

Useat lisäkortit tarvitsevat oman keskeytyksen tiedon välittämistä varten koneen mikroprosessorille. Huomaa, että esimerkiksi näytönohjaimelle on vakiokeskeytys, eikä sitä tarvitse asettaa.

Keskeytykset on numeroitu välille 0 - 15 siten, että normaalisti vapaita lisäkortteja varten tarkoitettuja keskeytyksiä ovat numerot 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11 ja 15. Keskeytykset 3 ja 4 ovat varattuja sarjaliikenneportteja (COM1 - COM4) varten ja keskeytys 7 rinnakkaisporttia (kirjoitin) varten. Toinen IDE-portti käyttää keskeytystä 15.

Mikäli käytössä on kuitenkin vain yksi sarjaliikenneportti, on tällöin keskeytys 3 vapaana ja uuden kortin keskeytykseksi voidaan asettaa 3. Mikäli mikrossasi on vain yksi rinnakkais- eli LPT-portti, on keskeytys numero 5 vapaana. Käytä tällöin sitä uuden lisäkortin keskeytyksenä.



Kuva: Windows 95:ssä voit tutkia helposti keskeytyksiä ja muita asetuksia.

Seuraavana on tyypillinen keskeytyslista.

IRQ	**kuvaus**	**voidaan käyttää**
0	ajastin eli timer	-
1	näppäimistö	-
2	8259a-piiri	-
3	COM2 ja COM4	kyllä
4	COM1 ja COM3	kyllä
5	LPT2-portti	kyllä
6	levykeasema	-
7	LPT1-portti	kyllä
8	reaaliaikakello	-
9	IRQ2 ohjattu tähän	(kyllä)
10	vapaa	kyllä
11	vapaa	kyllä
12	vapaa (PS/2-hiiri)	kyllä
13	matematiikkaprosessori	-
14	kiintolevy	-
15	vapaa (2. IDE-portti)	(kyllä)

Keskeytyksen lisäksi eräät kortit tarvitsevat muistialueen 640 - 1024 kilotavun väliseltä alueelta kortilla olevaa ROM- tai puskurimuistia varten. Koska kahdella kortilla ei saa olla samaa muistiosoitetta, pitäisi ennen uuden kortin asentamista varmistaa, että kortin käyttämä muistialue on vapaa.

Ylämuistialueesta saa muistikartan esimerkiksi DOS 6.x:n ja Windows 3.1x:n mukana tulevalla Microsoft Diagnostics (MSD.EXE) -ohjelmalla. Samoin PCToolsin ja Norton Utilitiesin Sysinfo- ja SI-ohjelmat kertovat tietoja muistin käytöstä.

Asennettava lisäkortti voi edellä esitetyn puskurimuistin lisäksi tarvita I/O-tietojen siirtoa varten oman pienen puskurimuistialueen mikron ensimmäisen kilotavun alueelta. Vastaavalla tavalla nämä muistiosoitteet eivät saa olla toistensa kanssa päällekkäin. Eräät ääni- ja kuvankaappauskortit saattavat käyttää suoraa muistinkäsittelyä DMA:n (*Direct Memory Access*) avulla. Varmista, että käytät vapaata DMA-kanavaa välillä 1 - 6. Äänikortit saattavat viedä myös kaksi keskeytystä, joten on syytä varmistaa, että keskeytyksiä on riittävästi vapaana.

Plug and Play

PC-mikrojen lisälaitteiden asennus on ollut hankalahkoa niin kauan kuin PC-mikroja on ollut, eli noin kymmenen vuotta. Hankalaksi asennuksen tekee erilaiset keskeytykset, DMA-kanavat ja I/O-osoitteet. Jokaiselle niistä on löydyttävä oma arvo, jotta systeemi toimisi. Hankalaksi asian tekee se, että vapaita arvoja on rajoitettu määrä. Suuri lisälaitteiden määrä vähentää vapaita arvoja, ja ne saattavat loppua kesken. Tällöin uutta laitetta ei voi enää asentaa.

Plug and Play (PnP, kytke ja käytä) on kehitetty helpottamaan lisälaitteiden asennusta ja niiden asetusten muuttamista. Jumppereiden ja dip-kytkimien sijaan ohjelmisto hoitaa tarvittavat asetukset, eikä käyttäjän välttämättä tarvitse edes puuttua niihin. Windows 95 tukee PnP-standardia, mutta Windows 3.X ja DOS eivät.

PnP:n tavoitteena on, että lisälaite asennetaan mikroon ja ohjelmisto hoitaa kaikki siihen tarvittavat asetukset. Tämä tarkoittaa niin kiintolevyjen, äänikorttien kuin näyttöjenkin asennusta. Ohjelmiston pitäisi näytön ja näytönohjaimen kohdalla automaattisesti tahdistua parhaalle virkistystaajuudelle ja resoluutiolle. Tällöin puhuttaisiin todella helposta asennuksesta.

Plug and Play tukee tällä hetkellä ainoastaan seuraavia väyliä

- PCI
- ISA (PnP ISA)
- PCMCIA

Huomaa, että tavallinen ISA-väylä toimii PnP-ratkaisuna, jos siihen kiinnitetty lisäkortti on PnP-tyyppinen. Ohjausohjelmat hoitavat kortin tunnistamisen ja asetusten asettamisen.

PnP edellyttää toimiakseen ainakin yhden seuraavista

- **PnP-BIOS**
  PnP-BIOS tunnistaa automaattisesti asennetut PnP-lisäkortit ja asettaa niiden resurssivaatimukset. Jotkut BIOSit sallivat asetusten muuttamisen, mutta useimmat eivät. Jos käyttöjärjestelmä tukee PnP:tä, voidaan asetuksia muuttaa sieltä.

  Jos mikron BIOS ei tue PnP:tä, voidaan käyttää ICM-ohjelmaa *(Intel Configuration Utility)*. ICM on DOS-pohjainen ohjelma, joka ottaa hallintaan PnP-korttien resurssiasetukset. Suosittelemme kuitenkin aitoa PnP-BIOSia.

- **PnP-käyttöjärjestelmä**
  Käyttöjärjestelmistä Windows 95 ja Windows NT 4.0 tukevat PnP:tä. Ne tunnistavat lähes kaikki uudet asennetut PnP-laitteet käyttöjärjestelmän käynnistysvaiheessa. Osa laitteista voidaan tosin joutua asentamaan Ohjauspaneelin kautta. Ohjauspaneelin kautta voidaan muuttaa myös PnP-laitteiden resurssiasetuksia.

  Mitään ohjausohjelmia erikseen ei tarvita, sillä käyttöjärjestelmä sisältää tarvittavat rutiinit

- **PnP-ohjausohjelmat**
  Jos käyttöjärjestelmä ei ole PnP-yhteensopiva (DOS, Windows 3.X), tarvitaan sopivia ohjausohjelmia. Esimerkiksi ICM *(Intel Configuration Manager)* ja ICU *(ISA Configuration Utility)* ovat tällaisia. ICM ottaa PnP-kortit hallintaan ja ICU:n avulla asetuksia voidaan tarvittaessa muokata. ICM-ohjain ladataan CONFIG.SYSissä ja ICU ladataan AUTOEXEC.BATissa.

Jotkut korttivalmistajat tarjoavat omia hallintaohjelmia ICM:n ja ICU:n tilalle. Niistä saattaa joskus tulla ongelmia, jos käytössä on useiden eri valmistajien PnP-kortteja. Jos käytössä on samaan aikaan ICM sekä korttivalmistajan oma versio, lataa ICM aina ensin.

On suositeltavaa käyttää PnP-käyttöjärjestelmää (ja mielellään myös PnP-BIOSia), jos aikoo saavuttaa luotettavan PnP-korttien asennus- ja käyttöhelppouden.

Lisäkortin asennus

Ennen lisäkortin asennusta on syytä irrottaa mikro sähköverkosta. Korttien asentamisessa on suositeltavaa käyttää muovisia työvälineitä mahdollisten oikosulkujen ja muiden virhetilanteiden välttämiseksi. Älä yritä poimia emolevylle pudonneita ruuveja millään magneettisilla apuvälineillä!

Avaa seuraavana kotelon kansi. Kosketa seuraavana koneen metallirunkoon kädellä siksi, että tällöin saatat itsesi ja koneen samaan ns. sähköpotentiaaliin.

Avaa vapaan korttipaikan kohdalla oleva takalevy ja sijoita kortti paikalleen. Kiinnitä kortti huolellisesti ruuvilla takalevyyn kiinni. Varmista, että kortti on riittävän syvällä ja suorassa korttipaikassaan.

Mikäli kortin mukana seuraa asennuslevyke, sijaitsee sillä yleensä ohjelma kortin toiminnan tarkistusta varten. Tämä kannattaa aina ajaa ennen kortin varsinaista käyttöönottoa sen toimintakunnon varmistamiseksi. Laita lopuksi kotelon kansi takaisin paikalleen.

Asennus DOSiin ja Windows 3.X:ään

Jos lisäkortti vaatii laiteohjaimen toimiakseen, lisätään se CONFIG.SYS-tiedostoon joko automaattisesti asennusohjelman avulla tai itse tiedostoa muokkaamalla.

Laiteohjainta tarvitsee esimerkiksi verkkokortti, CD-ROM-lukulaite, kuvanlukijan liitäntäkortti ja useat lisämuistikortit. Laiteohjaimen lisääminen ja tarpeellisuus on aina selvitetty kortin mukana tulevassa käyttöohjeessa, joten se on hyvä tallettaa huolellisesti tulevaisuuden varalle.

Ongelmatilanteet

Mikäli mikro ei käynnisty lisäkortin asennuksen jälkeen, on yleensä syynä se, että kortti ei ole kunnolla paikoillaan korttipaikassaan. Toinen harvinaisempi vaihtoehto on se, että kortin keskeytykset sekoittavat koneen toiminnan täysin. Kolmas harvinainen vaihtoehto on se, että lisäkortti on ollut jo alunperin rikkinäinen.

Kun kone käynnistyy normaalisti mutta lisäkorttia ei saada käyttöön, saattaa vika olla laiteohjaimessa tai keskeytysten tai I/O-osoitteiden päällekkäisyydessä. Jos kortin mukana tulee testausohjelma, kannattaa kokeilla sitä. Sen avulla voidaan usein päätellä mahdollisen virheen syy. Mikäli vika ei korjaannu ja tiedetään, että kortti käyttää jotain keskeytystä niin tällöin kannattaa kokeilla jonkin muun vapaan keskeytyksen käyttöä. Jos vapaita keskeytyksiä ei ole saatavilla, voidaan tilapäisesti kokeilua varten ottaa esimerkiksi sarjaliikenneportit pois käytöstä.

Kun käytössä on DOS 5.0/6.0-käyttöjärjestelmä tai Windows 3.x niin tällöin pitää huolehtia kortin käyttämän ylämuistiosoitteen varaamisesta niin, että ko. ohjelmat eivät yritä ottaa kortin käyttämää ROM-aluetta itselleen. DOS 5.0/6.0-käyttöjärjestelmässä tämä tapahtuu EMM386.EXE-laiteohjaimen perään lisäämällä X=-valitsin ja poissuljettava muistialue sen perään. Esimerkiksi

```
DEVICE=C:\DOS\EMM386.EXE NOEMS RAM X=C800-CFFF
```

poissulkee 16 kilotavun muistialueen C800-CFFF muistinhallintaohjelman ulkopuolelle.

Kun käytetään Windows 3.0:a tai 3.1:tä, voidaan vastaava tehdä SYSTEM.-INI-tiedoston [386Enh]-sektioon (esimerkiksi sen loppuun) EMMExclude-lauseella seuraavasti:

```
EMMExclude=C800-CFFF
```

Edellisessä esimerkissä otetaan pois käytöstä muistialue C800-CFFF. Poissuljettava muistialue vaihtelee kortista riippuen. Alueen saa selville kortin käyttöoppaasta. Edellä mainitut apuohjelmat (MSD, SYSINFO, CheckIt) osaavat kertoa myös muistialueet, jotka ovat varattuja ROM-alueiksi ja pitää tällöin ottaa pois käytöstä. Käytettäessä 80286-pohjaista mikroa ei em. toimenpiteitä tarvitse tehdä.

Mikäli lisätty kortti on ollut korttimodeemi, on vika poikkeuksetta päällekkäisissä keskeytys- ja I/O-osoitteissa tai tietoliikenneohjelman perusasetuksissa.

Edellä mainitut ohjeet ovat hyvin yleisluonteisia sen johdosta, että kortin asentamiseen vaikuttavia tekijöitä on lukuisia kuten asentajan kokemus, lisäkortin ja mikron tyyppi sekä mikrossa olevat aikaisemmat lisäkortit. Pahimmillaan asennusongelma saattaa aiheuttaa jopa toisen merkkisen kortin vaihdon jo hankitun tilalle tai korttien uudelleenjärjestämistä. Kun yrityksessä on käytössä jotain tiettyä korttia (esimerkiksi verkkokortti), ei ole suositeltavaa vaihtaa korttityyppiä erilaiseksi pelkän kokeiluhalun vuoksi. Lisäkorteissa kuten muissakin laitehankinnoissa kannattaa pyrkiä yhdenmukaisuuteen. Tällä parannetaan mikrotuen mahdollisuuksia hyvään palveluun mahdollisissa ongelmatilanteissa.

Asennus Windows 95:een

Lisälaitteiden asennus Windows 95:een on hieman erilaista kuin DOS-ympäristöön. Windows 95 sisältää PnP (Plug and Play) -ominaisuuden, jonka avulla PnP-lisälaite voidaan asentaa täysin automaattisesti. Käyttäjän ei siis tarvitse puuttua mihinkään asetusmäärityksiin. Jos laitteisto ei tue täysin PnP-ominaisuutta, voidaan asennus suorittaa ohjatusti. Katso lisätietoja aikaisemmin esitetystä luvusta Plug and Play.

Kaikki lisälaitemäärittelyt tehdään Windows 95:n ohjauspaneelin kautta. CONFIG.SYS- ja AUTOEXEC.BAT-määrittelyjä ei tehdä, kuten DOS-käyttöjärjestelmässä.

Plug and play -asennus

Windows 95 asentaa PnP-lisälaitteet automaattisesti ja yleensä myös kerralla oikein. Jos lisälaite ei tue täysin PnP-standardia, voi häiriöitä ilmaantua joissakin tapauksissa.

Asenna ensimmäisen lisäkortti paikalleen ja käynnistä mikro. Windows huomaa PnP-laitteen ja ilmoittaa siitä. Jos laiteohjainta tarvitaan, se pyytää asettamaan laiteohjainlevykkeen tai CD-levyn asemaan. Laiteohjain ladataan ja asennus on valmis.

Jos PnP-lisälaitteiden asetuksissa huomataan ristiriitoja, Windows 95 muuttaa ne itse sopiviksi.

Kun asennat IDE-CD-ROM-aseman, Windows 95 yleensä ei huomauta asiasta millään tavalla. Oikein asennettuna, asema näkyy **Oma tietokone** -ikkunassa yhtenä asemana. Käyttäjän ei tarvitse asentaa mitään laiteohjaimia. Muista poistaa vanhat laiteohjaimet CONFIG.SYS-tiedostosta, jos vaihdoit vanhan CD-ROM-aseman, joka oli sen omalla liitännällä, uuteen IDE-liitäntäiseen.

Ohjattu asennus

Ensimmäiseksi lisälaite on asennettava mikroon. Vanhemmissa lisäkorteissa joudutaan keskeytykset ja muut asetukset asentamaan jumppereilla. Jos lisälaitteesi ei ole Plug and Play -yhteensopiva, sinun pitää tietää lisälaitteen keskeytys, DMA ja osoite. Varmista mitkä asetukset ovat vapaana ja aseta ne lisäkorttiin.

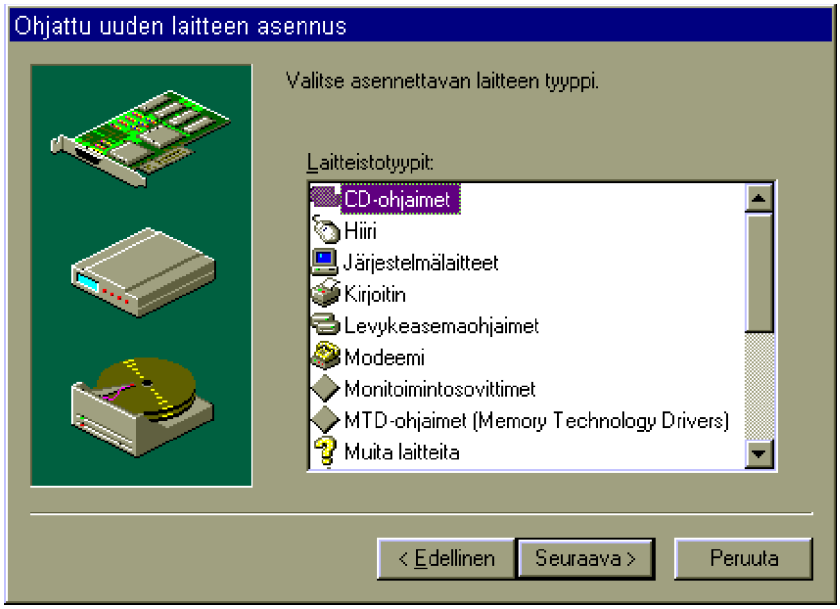
Jos asennat PnP-laitteen, ilmoittaa Windows 95 siitä ja pyytää valitsemaan mitä laiteohjainta käytetään: Microsoftin vai laitevalmistajan. Windows 95 huomaa myös varsin monta tavallista laitetta ja antaa ilmoituksen siitä asennuksen jälkeen Windows 95:ttä käynnistettäessä. Se ei kuitenkaan pysty asentamaan sitä käytettäväksi ilman laiteohjaimia eikä myöskään, jos laitteessa on väärät asetukset. Useimpiin tällaisiin laitteisiin löytyy laiteohjaimet Windows 95:lle, jotka on asennettava käyttäen levykkeen asennusohjelmaa, eikä siis käyttämällä seuraavana esiteltävää **Lisää uusi laite** -ikonia.

Asennuksen jälkeen mikro käynnistetään. Laitteistomäärittely ja uuden laitteen asennus tehdään ohjauspaneelista, joka on seuraavan näköinen.

Valitse ohjauspaneelista **Lisää uusi laite**.

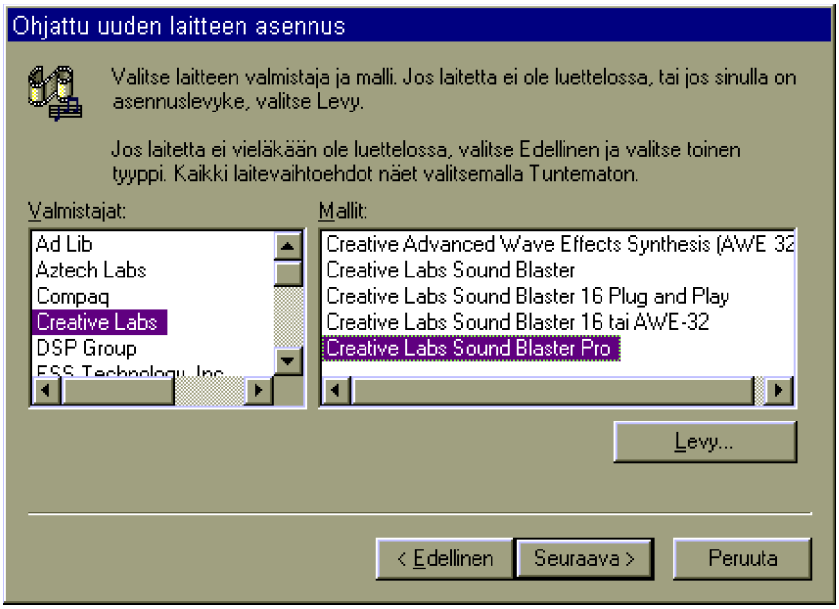
Windows 95 voi yrittää tunnistaa lisätyn laitteen myös automaattisesti. Valitse vaihtoehto **Kyllä**. Tällöin Windows 95 etsii laitteita muutaman minuutin.

Jos valitset vaihtoehdon **Ei**, voit valita itse lisättävän laitteen nimen ja tyypin laitelistasta.



Listasta löytyvät eri järjestelmäosat ryhmiteltynä. Valitse lisättävän laitteen tyyppi.

Seuraavana yksilöi lisälaite sen nimen mukaan. Alla olevassa kuvassa on valittu äänikortit-ryhmä ja sieltä Creative Labsin äänikortti nimeltä Sound Blaster Pro.



Uusien lisälaitteiden nimiä ei välttämättä löydy Windows 95:stä. Silloin on käytettävä laitteen mukana tulevaa ohjainta, joka ladataan levykkeeltä. Jos laitteen mukana ei ole Windows 95 laiteohjainta, ota yhteyttä myyjään tai

valmistajaan.

Windows 95 asentaa laitteen oletusasetuksilla (keskeytys, DMA ja osoite) ellet halua muuttaa niitä. Jos asentamassasi kortissa asetukset tehdään jumppereilla, tarkista, että Windows 95 ehdottaa samoja arvoja. Tarvittaessa muuta arvot niiksi, jotka on asetettu lisäkorttiin. Plug and Play -yhteensopivat lisälaitteet ovat yleensä automaattisesti oikeilla arvoilla.

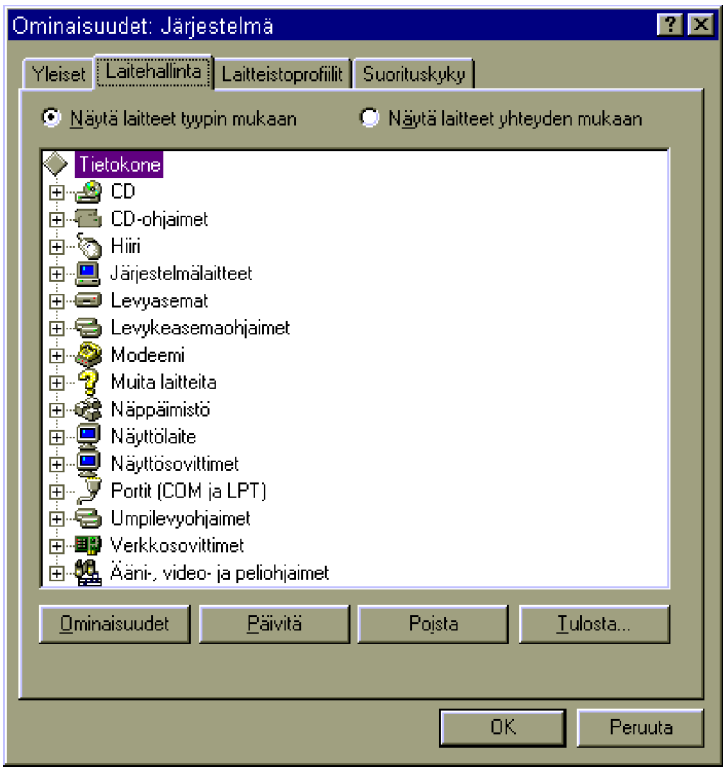
Keskeytyksistä ja muista tähän liittyvistä asioista kerrotaan muualla tässä kirjassa. Katso esimerkiksi luvut Keskeytykset ja DMA-kanava.

Jos ristiriitoja jonkin laitteen kanssa ilmenee, Windows 95 ilmoittaa niistä. Tällöin asetuksia on muutettava. Yleisimmin tämä koskee vain vanhempia lisäkortteja.

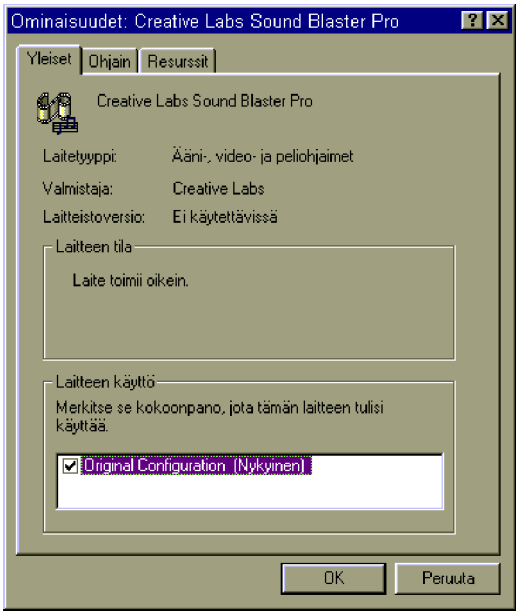
Asetusten muuttaminen

Voit itse muokata lisälaitteen asetuksia ohjauspaneelin Järjestelmä-kuvakkeen kautta. Asetuksia muutetaan lähinnä vain silloin, jos jotain ristiriitoja laitteiden välillä ilmenee. Windows 95 ilmoittaa ongelmista heti havaittuaan.

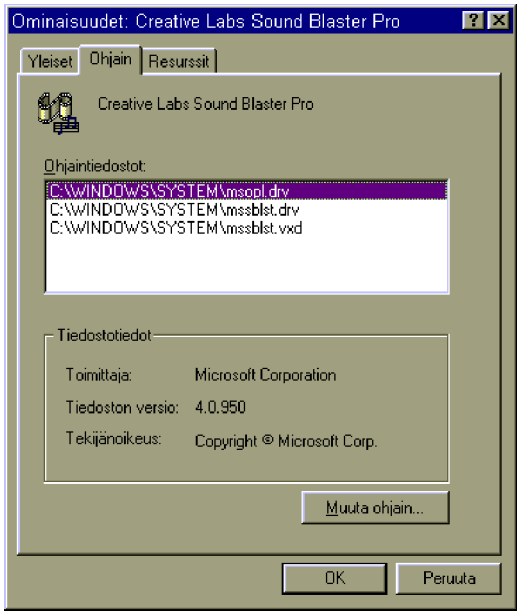
Laitehallinta näyttää tietokoneen laitteet tyypin tai laitteen yhteyden mukaan.



Yleiset-kohdassa ilmoitetaan lisälaitteen tyyppi, valmistaja, versio ja tila (toimiiko laite oikein).

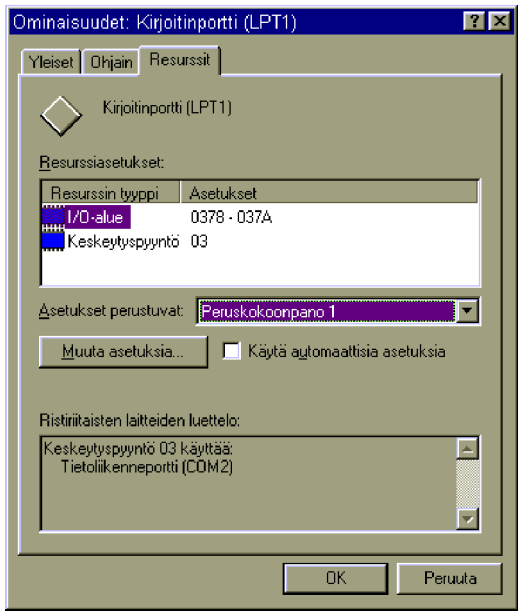


Ohjain-kohta ilmoittaa käytettävät ohjain- ja tiedostotiedot.

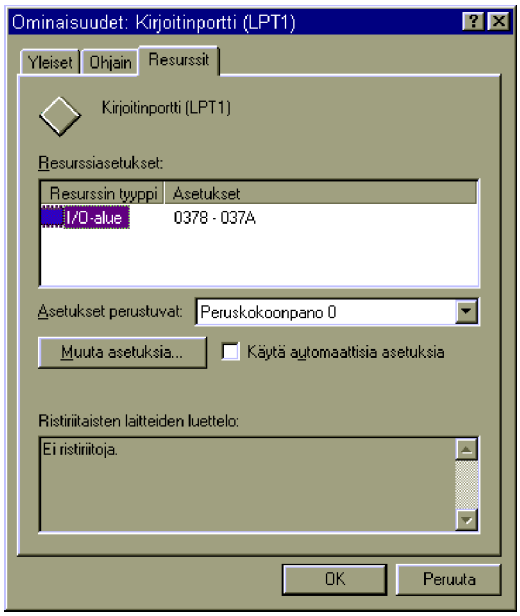


Resurssi-kohta ilmoittaa I/O-alueet, keskeytykset ja DMA-kanavat. Voit käyttää automaattisia asetuksia tai muuttaa asetukset itse. Jos muutat asetuksia, Windows 95 ilmoittaa, jos asetukset ovat ristiriidassa jonkin toisen laitteen kanssa.

Seuraavassa kuvassa on yritetty asentaa rinnakkaisporttia keskeytykseen 3. Windows 95 ilmoittaa, että se on jo sarjaportti 2:n käytössä, joten sitä ei ole syytä asentaa siihen.

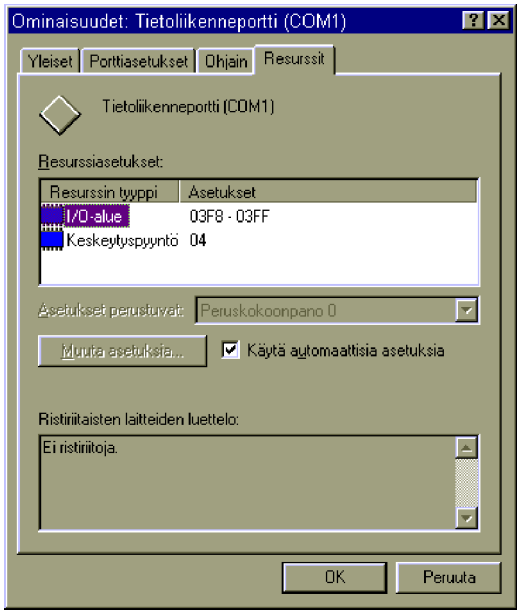


Porttien asennus tehdään Ohjauspaneelin Järjestelmä-kohdasta. Valitse sieltä kohta Portit (COM ja LPT). Napauta ensin LPT-kohtaa, jolloin tutkitaan rinnakkaisportti.



Voit muuttaa asetuksia samalla tavalla kuin lisälaitteidenkin kohdalla. Tärkein muutettava kohta on usein osoite. Joissakin emolevyissä tai multi I/O -korteissa on mahdollista asettaa vain tietyt osoitteet. Jos Windows 95 ei löydä näitä arvoja, on ne muutettava oikeiksi käsin. Tällainen tilanne syntyy helposti, jos esimerkiksi emolevy tai multi I/O -kortti vaihdetaan. Ennen vaihtoa olevat arvot jäävät voimaan, vaikka osoitteet todellisuudessa muuttuvatkin.

Sarjaporttien asetuksia voidaan muuttaa samaan tapaan kuin rinnakkaisportinkin. Ne eroavat asetusmäärittelyiltään vähän.



Prosessori

Prosessorin päivittämisen tarkoituksena on mikron nopeuttaminen. Mitä suurempi kellotaajuus ja kehittyneempi prosessori, sen nopeammin se suoriutuu eri tehtävistä.

486SX-, 486DX- ja Pentium-mikroihin voidaan hankkia OverDrive-prosessori, joka toimii sisäisesti esimerkiksi kaksin- tai kolminkertaisella kellotaajuudella alkuperäiseen prosessoriin verrattuna. Uusi prosessori lisää prosessointitehon lähes kaksin- tai kolminkertaiseksi, mutta käytännön nopeusero on tietenkin pienempi, koska muun muassa näytönohjain ja kiintolevyt pysyvät samoina ja jarruttavat nopeutta.

Prosessorin vaihtamisen kaksi päävaihtoehtoa ovat: tavallinen ja OverDrive-prosessori.

Tavallinen nopeampi prosessori voidaan vaihtaa entisen tilalle. Jos uuden prosessorin ulkoista kellotaajuutta on nostettava, on se tehtävä emolevyn DIP-kytkimillä tai jumppereilla.

Jos haluat päivittää esimerkiksi 90 MHz Pentiumin 133 MHz Pentiumiksi, toimi seuraavasti. Kun olet kytkenyt virran mikrosta, poista vanha prosessori. Asenna 133 MHz prosessori entisen tilalle. 90 MHz Pentium toimii ulkoisesti 60 MHz taajuudella ja sisäinen taajuus on 1,5-kertainen. 133 MHz Pentium toimii ulkoisesti 66 MHz taajuudella ja sisäisesti 2-kertaisella taajuudella. Tämän takia emolevyn ulkoinen kellotaajuus on nostettava 60 megahertistä 66 megahertsiin emolevyllä sijaitsevasta DIP-kytkimestä (esim. Intel Zappa -emolevy). Erilaisissa emolevyissä on erilaiset ratkaisut ja kaikissa ei tämä välttämättä onnistu. Kun mikro käynnistetään, on käytössäsi 133 MHz Pentium-mikro.

Jos käytät 90 MHz prosessoria ja nostat ulkoisen kellotaajuuden 66 megahertsiin, tulee prosessorin sisäiseksi taajuudeksi 100 MHz. Muutoksen avulla saat hieman nopeamman mikron, mutta tällainen ylikellotus saattaa vaurioittaa prosessoria.

OverDrive-prosessori asennetaan OverDrive-kantaan tai prosessorikantaan. Nopeusvaihtoehdot riippuvat vanhasta ja uudesta prosessorityypistä. Hanki juuri oikeanlainen OverDrive-prosessori mikroosi. Tällöin pelkkä prosessorin vaihto on ainoa toimenpide, joka tarvitsee tehdä ja mikro toimii varmasti juuri oikein. Prosessorin valintaan vaikuttaa tällä hetkellä mikrossa olevan prosessorin tyyppi ja nopeus.

Mikäli mikrosi on vanhempaa mallia, kannattaa harkita uuden Pentium-emolevyn tai uuden mikron hankkimista. Huomaa, että jos 486-mikron kellotaajuus on 33 MHz, niin 486-OverDrive 66 MHz kellotaajuudella ei tuo käytännössä kovinkaan merkittävää nopeusparannusta. Emolevyn osat, muisti mukaan lukien, ovat hitaita nykypäivän vaatimuksille.

OverDrive-päivityksellä 486SX-mikroihin tulee samalla prosessorissa oleva matematiikkaprosessori, joka nopeuttaa sitä tukevia sovelluksia.

Prosessorin vaihtaminen

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti prosessorin irroittaminen ja kiinnittäminen.

Prosessorin irroittaminen

Kun mikron kotelo on aukaistu, tarkastetaan onko prosessorin päällä jäähdytyssäleikkö vai tuuletin. Jos tuuletin on kyseessä, irroitetaan ensimmäisenä sen virtajohto.

Prosessori voi olla kiinnitettynä kolmella eri tavalla eri kantoihin:

- Tavallinen kanta
- ZIF-kanta
- LIF-kanta

Tavallisesta kannasta prosessori saadaan parhaiten oikeilla irroitustyökaluilla. Ruuvimeisselin avulla irroittaminen saattaa helposti rikkoa prosessorin. Kunnollisilla työkaluilla metallipiikit työntyvät prosessorin alle, jolloin se voidaan varovasti nostaa pois.

LIF-kanta on hieman helpompi, koska prosessori ei ole kovin tiukasti kiinni. Muuten irroitusmenetelmä on sama.

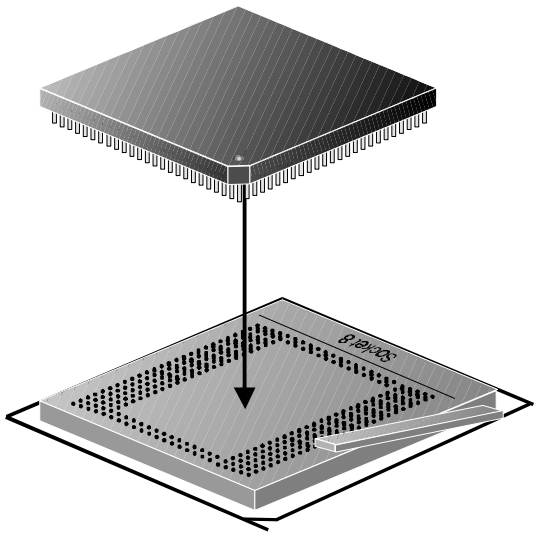
ZIF-kanta on kaikista helpoin ja prosessorin vaurioitumisriski on pienin. Ensimmäisenä käännetään kannan vieressä olevaa vipua, jolloin prosessorin kiinnityssalvat aukeavat. Tämän jälkeen prosessori voidaan nostaa sormilla pois.

Prosessorin kiinnittäminen

Tärkein tehtävä ennen prosessorin paikalleen asettamista on tutkia, miten päin se asennetaan kantaaan. Lähes poikkeuksetta PGA-koteloisten prosessorien yksi kulma on viistottu, joka ilmaisee pinni 1:n paikan. Lisäksi prosessorin yläpuolella saattaa olla viistouksen lisäksi pieni merkkiympyrä. Pentium- ja Pentium Pro -prosessoreissa on nämä molemmat merkinnät.

Tarkemmin tutkittaessa itse pinni 1:n (kosketusjalan) juuresta löytyy myös merkintä. Jalan juuressa on neliömäinen metalli, kun muissa jaloissa metalli on pienempi ja pyöreä.

Prosessori on asennettava kantaan tarkasti, siten että pinni 1 tulee kannan vastaavaan paikkaan ja jokainen pinni on kannan vastaavan kolon päällä. Kannan pinni 1:n paikka on merkitty joko itse kantaan, tai merkintä voi olla emolevyllä kannan juuressa. Merkintä ilmaistaan numerolla 1 tai viisteellä.



Kuva: Prosessorin pinni 1 on asetettava kannan pinni 1:een. Kuvassa näkyy pinni 1:n paikan osoittavat viiste- ja ympyrämerkinnät.

Tavalliseen kantaan asennettaessa on oltava erityisen tarkkana, että yksikään pinni ei ole sivussa ja taivu prosessoria alaspainettaessa. LIF-kanta on vain hieman helpompi tapaus, mutta siinäkin on oltava erittäin tarkkana. Molemmissa kannoissa prosessoria on painettava hitaasti ja tasaisesti kantaan kiinni. Välillä on syytä tarkastaa, että yksikään pinni ei ole menossa sivuun.

Kun prosessori asennetaan ZIF-kannan päälle, laskeutuu prosessori millin verran alaspäin itsestään, jos prosessori on oikein päin. Tämän jälkeen käännetään lukitusvipu päälle ja prosessori on asennettu. Prosessorin pinnien vaurioitumisriski on hyvin minimaalinen.

Viimeisenä vaiheena on kiinnitetään mahdollinen jäähdytyslevy tai tuuletin. Tuulettimessa on myös virtajohto, joka on kytkettävä virtalähteestä tulevaan sopivaan liittimeen.

Huomioitavaa

Uutta prosessoria vaihdettaessa on huomioitava muutamia tärkeitä seikkoja.

- Uusi prosessori saattaa olla suurempi, eikä välttämättä mahdu emolevyn kantaan. Jos uusi prosessori on leveämpi ja emolevyllä olevien piirien takia sitä ei saa painettua kantaan asti, on olemassa korotuskantoja. Korotuskanta painetaan prosessorikantaan ja prosessori sitten siihen. Jos prosessorikannan ympärillä on muuten ahdasta, ei isompaa prosessoria voi laittaa kiinni.

- Tarkista prosessorikannan ja uuden prosessorin jännitteet. Yleisimmät vaihtoehdot ovat 5, 3,45 ja 3,3 volttia. Älä asenna väärällä jännitteellä toimivaa prosessoria kantaan, koska prosessori vaurioituu mitä todennäköisimmin. Tarvittaessa kannan ja uuden prosessorin väliin voidaan asentaa jännitteenalennin. Se muuttaa emolevyltä tulevan 5 voltin jännitteen esimerkiksi 3,3 voltiksi. Joidenkin emolevyjen prosessorijännitettä voi muuttaa suoraan jumppereilla. Tarkista asia emolevyn käsikirjasta.

- Tarkista, mikä on todennäköinen nopeuslisä hankkimallasi prosessorilla ja vertaa sitä sen hintaan. Joskus nopeusero voi olla minimaalinen ja rahaa kuluu silti toista tuhatta markkaa. Tällaisissa tapauksissa kannattaa harkita koko emolevyn vaihtoa. Nyrkkisääntönä voi pitää, että vaihda prosessori vain, jos sen teho kasvaa vähintään kaksinkertaiseksi.

- Jos mikrosi on vanha (esimerkiksi 386), älä vaihda prosessoria. Emolevyn komponentit ja rakenne ovat kuitenkin hitaita, jolloin investoit vain hiukan nopeampaan mikroon vanhalla

tekniikalla. Tällöin ei saada edes uuden prosessorin parasta hyötysuhdetta irti.

- Päivitysprosessoreita *(OverDrive)* myydään monenlaisia ja -merkkisiä. Huomaa, että niiden kellotaajuudet ja mallinimet eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Suurta kellotaajuutta käyttävä prosessori saattaa olla rakenteensa takia hitaampi kuin hitaampaa kellotaajuutta käyttävä prosessori. Myöskin esimerkiksi 586:na mainostettu prosessori saattaakin olla teholtaan vain 486-luokkaa.

- Huomaa, että 486-kantaan asennettava Pentium-päivitysprosessori ei ole koskaan yhtä nopea kuin oikea Pentium Pentium-emolevyllä. Tämä johtuu siitä, että Pentium on ulkoisesti 64-bittinen ja asennettaessa sellainen 486-emolevyyn, on käytössä vain 32-bittinen väylä. Lisäksi Pentium-emolevyt ovat uudempia ja kehittyneempiä sekä ne ovat optimoitu Pentiumeja varten, jonka johdosta ne toimivat nopeammin.

Nopeustestit

Nopeustestejä varten on markkinoilla suuri joukko sekä kaupallisia että Shareware/Public Domain-tyyppisiä nopeustestiohjelmia. Tunnettujen PCTools- ja Norton Utilities -ohjelmien mukana seuraa SI ja SYSINFO-nimiset diagnostiikkaohjelmat, jotka osaavat kertoa myös mikron suorituskyvyn. Ohjelmat testaavat mikron prosessoritehon ja kiintolevyn nopeuden joista muodostetaan nopeusindeksi. Eri ohjelmien käyttämien laskumenetelmien välillä on suuriakin eroja eli kannattaa kokeilla useampaa ohjelmaa käyttäen ja vertailla keskenään niiden antamia tuloksia. Niistä voi helposti päätellä, mitkä komponentit on mitoitettu mikrossasi väärin ja vaativat siten päivitystä.

Internetistä on saat helposti erilaisia nopeustestiohjelmia. Suosituimpia ovat mm. Byte- ja PC Magazine -lehtien käyttämät PC Bench- ja WinBench-ohjelmat.

Emolevy

Mikron tehokkuutta voidaan nostaa kolmella eri päätavalla:

- Prosessorin vaihto nopeampaan
- Emolevyn vaihto (sisältää nopeamman/tehokkaamman prosessorin)
- Uuden mikron hankinta

Emolevyn vaihto on järkevää, jos mikron muut osat ovat suorituskykyisiä. Etuna tulee lisäksi kaikkien emolevyllä olevien oheistoimintojen vaihtuminen nopeampiin ja tehokkaampiin.

Emolevyä päivitettäessä on tarkastettava, että uusi emolevy ja siinä olevat liitännät sopivat koteloon. Pääjakona nykyisissä mikroissa on emolevyn malli:

- Baby AT
- ATX
- NLX

Tietynmallinen emolevy ei käy toisenmalliseen koteloon. Jos siirrytään esimerkiksi Baby AT -emolevystä ATX:ään, on kotelokin vaihdettava samalla uuteen. Varmista siis, että uusi hankintalistalla oleva emolevy sopii koteloon, koska molempien on noudatettava samaa standardia.

Lisäksi on huomioitava, että suurimpaan osaan **merkkimikroista**, esimerkiksi IBM, Compaq, ICL ja AST, ei voida vaihtaa yleismallista emolevyä. Niissä on omanlaiset emolevyt, jotka eivät ole yleisstandardin mukaisia.

Huomioi myös se, onko vanhalle emolevylle integroitu joitakin erillistoimintoja, kuten **näytönohjain, sarja- ja rinnakkaisliitännät tai levykeasema- ja kiintolevyohjain**. Uuden emolevyn lisäksi on hankintalistalle on mahdollisesti lisättävä tällaiset lisäkortit, jos ne eivät sisälly siihen.

Vaihto

Ensimmäisenä on otettava **SetUp-tiedot** ylös, varsinkin kiintolevytiedot, sillä ne auttavat mahdollisten kiintolevyjen tunnistusongelmien ilmetessä. Uudet emolevyt tunnistavat kiintolevyt automaattisesti, mutta koskaan ei voi olla liian varma.

Ennen emolevyn vaihtamista **irroita virtajohto mikrosta**. Avaa kotelo, joka usein on mikron takaa ruuveilla kiinni. Kotelon kansi voi liukua taakse tai eteen tai se saattaa olla nostettavissa oleva malli. Joissakin mikroissa emolevy vedetään kehikon kanssa ulos koneesta, kun kaapelit on irroitettu. Vaihtoehtoja on useita, joten mikron käsikirjasta kannattaa tarkistaa oikea irroitustapa kotelon rikkoontumisen välttämiseksi.

Seuraavana irroitetaan **kaapelit ja lisäkortit**. Kun irroitat kaapeleita, merkitse varmuuden vuoksi ylös, mikä kaapeli menee mihinkin. Muista, että lattakaapeleiden punainen reuna menee aina liitännän pinni ykköseen. Lisälaitteiden liitinten pinnit ovat yleensä numeroituja, joiden avulla kaapelit on helppo asentaa oikein päin. Kaikista lisäkorteista ei tarvitse kaapeleita irroittaa. Riittää kun kaapelit irroitetaan esimerkiksi emolevystä tai kiintolevystä. Tällä säästetään aikaa ja vähennetään virheitä takaisin kokoamisessa. Irroita seuraavana emolevyltä lisäkortit.

Irroitettaessa virtalähteestä tulevia **virtaliittimiä**, merkitse niiden järjestys ylös. Jos ne asennetaan väärinpäin, voi emolevy vaurioitua. Piirrä vaikka tussilla viiva molempien liittimien toiselle puolelle, siten että viiva ei mene reunoihin asti. Tällöin niitä ei voi asentaa väärässä järjestyksessä. Huomaa vielä, että emolevyle tulevien virtaliitinten mustat johdot tulevat aina keskelle, ei koskaan reunoille. Virtaliittimet on nimetty tunnuksilla P4 ja P5 tai P8 ja P9. ATX-emolevyssä virtaliitin on yksiosainen ja se voidaan asentaa vain oikeinpäin.

Emolevy on usein muutamalla ruuvilla kiinni kotelossa. Irroita näkyvissä olevat ruuvit, joita on yleensä yhdestä kolmeen kappaletta. Liu'uta emolevyä noin sentin verran sivuun ja nosta ylös. Näet silloin emolevyn reikiin kiinnitetyt muovituet. Irroita muovituet vanhasta emolevystä nipistämällä tuen yläpuolen hakasia kiinni ja painamalla se emolevyn reiän läpi.

Nyt emolevy on irroitettu ja koteloon voidaan asentaa uusi emolevy.

Ensimmäisenä asennetaan muovituet uuden emolevyn reikäpaikkoihin. Katso kotelon pohjalta muovitukien paikat ja etsi vastaavat kohdat emolevyltä. Jokaiseen reikäpaikkaan muovitukea ei tarvitse laittaa. Tärkeintä on että tuet löytyvät varsinkin niistä kohdista, joissa on muistipaikat, lisäkortit ja prosessori. Kun uutta laitetta painetaan näihin paikkoihin kiinni ja jos tukea ei ole, saattaa emolevy taipua ja vaurioitua. Emolevy kannattaa kiinnittää myös parin ruuvin avulla, jolloin se pysyy hyvin paikoillaan. Ruuvit tulevat emolevyn reikien läpi, ja ne kiinnitetään kotelon pohjaan asennettuihin vastakappaleisiin.

Kun emolevy on kiinni, kytke virtajohdot paikoilleen, kuten myös muistit ja lisäkortit kaapeleineen.

Käynnistettäessä mikroa, on tarkastettava SetUp-asetukset varsinkin muistin ja kiintolevyjen osalta. Katso SetUp-luvusta tarkemmin sen määrityksistä.

Näyttö ja näytönohjain

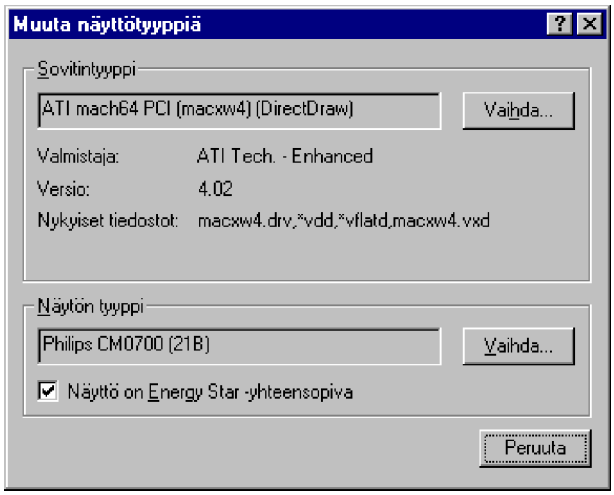
Tässä luvussa on yleisiä mutta tärkeitä asioita näytön ja näytönohjaimen vaihdoista.

Näyttö

Näyttöä vaihdettaessa on varmistettava näytön sopivuus käytössä olevaan ohjainkorttiin. Yleensä uudempi näyttö pystyy vähintään samoihin tarkkuuksiin ja taajuuksiin kuin vanhempikin.

Tyypillisesti näyttö vaihdetaan suurempiruutuiseen näyttöön, joka kykenee aikaisempaa näyttöä suurempiin kuvataajuuksiin ja -tarkkuuksiin. Tällaisessa tapauksessa on muistettava asettaa näytönohjaimen kuvataajuudet uudelle näytölle sopiviksi, muutoin uutta näyttöä käytetään vajaatehoisesti.

Valitse Windows 95:n ohjauspaneelin Näytä *(Display)* -kuvakkeen alta Asetukset *(Settings)* -kieleke. Painamalla Muuta näyttötyyppiä *(Chance Display Type)* -painonappia, voidaan vaihtaa sekä näytönohjaimen laiteohjain sekä valita käytössä oleva näyttö.



Aseta näyttö oikeaksi, jolloin Windows 95 tietää sen ominaisuudet ja käyttää sen parhaita sallittuja ominaisuuksia. Lisäksi, jos näyttö on Energy Star -yhteensopiva, rastita kyseinen kohta. Tällöin Windows 95 käyttää sen virransäästöominaisuuksia.

Näytönohjain

Näytönohjain on sinänsä helppo vaihtaa, koska keskeytyksiä ja muita resurssiasetuksia ei tarvitse tehdä. Jos emolevyllä on integroitu näytönohjain, on se kytkettävä emolevyn jumpperilla pois käytöstä. Muutoin korttityyppisen näytönohjaimen ja emolevyn näytönohjaimen asetukset menevät päällekkäin eikä mikro toimi.

Kun näytönohjain on vaihdettu, on sopiva laiteohjain myös asennettava. Perus-VGA-tila näkyy automaattisesti, mutta Windows ei osaa suurempia resoluutioita ilman sopivaa laiteohjainta. Laiteohjain tulee aina näytönohjaimen mukana ja se asennetaan Windows 3.X:ssä asennusohjelman kautta. Laiteohjaimen ohjeissa lukee asennetaanko se DOS-tilan vain Windowsin kautta.

Windows 95:ssä näytönohjaimen asetukset vaihdetaan Ohjauspaneelin Näyttö-kuvakkeen kautta. Jotkut laiteohjaimet asennetaan asennusohjelman avulla suoraan levykkeeltä tai CD-levyltä.

Jos näytönohjain vaihdetaan, käynnistyy Windows 95 yleensä vikasietotilaan, jossa näkyy VGA-näyttötarkkuus. Käy silloin vaihtamassa näytönohjaimen laiteohjain, jonka jälkeen voit muuttaa näyttöasetuksia. Suositeltavampaa on muuttaa näyttötila perus VGA:ksi (640x480 ja 16 väriä) vanhalla näytönohjaimella. Tämän jälkeen vasta vaihdetaan näytönohjain. Windows 95 käynnistyy normaalisti, jonka jälkeen laiteohjain voidaan asentaa ja valita haluttu kuvatarkkuus ja värimäärä. Jos näytönohjain on PnP-yhteensopiva, pyytää Windows 95 asentamaan laiteohjaimet Windows 95:n käynnistysvaiheessa.

Jos näytönohjaimen vaihdon jälkeen Windows 95 pyrkii käynnistymään, mutta jumittuu tai näyttöön tulee tahdistumaton kuva, paina F8-funktionäppäintä Windows 95 käynnistyy -tekstin ilmestyessä aivan käynnistyksen alkuvaiheessa. Tällöin pääset valitsemaan vikasietotilan ja vaihtamaan oikean ohjaimen.

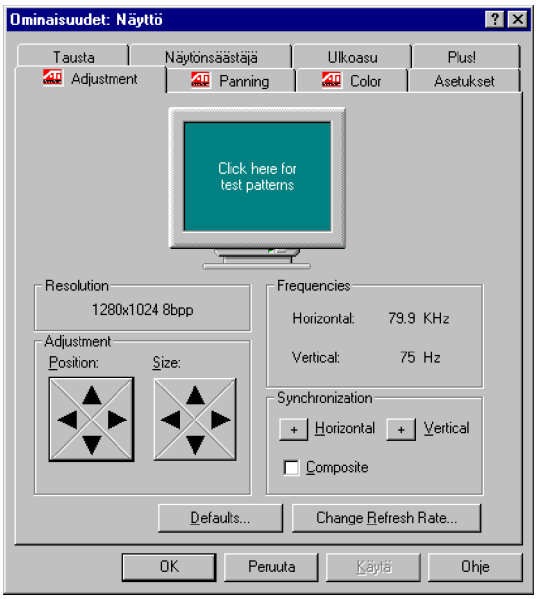
Joissakin emolevyissä CMOS-muistin sisältö on tyhjennettävä vaihdettaessa ISA-näytönohjain PCI-ohjaimeen. Seuraavassa esimerkissä on Intelin Zappa-emolevyn asennusohje. Ota ISA-näytönohjain pois ja aseta PCI-ohjain paikalleen. Käännä emolevyn DIP-kytkin numero 4 toiseen asentoon. Käynnistä mikro ja sammuta se noin 20 sekunnin kuluttua. Käännä kytkin alkuperäiseen asentoon ja käynnistä mikro. Muuta SetUp-asetukset halutuiksi (nehän äsken nollattiin) ja jatka Windows 95:n käynnistyksellä.

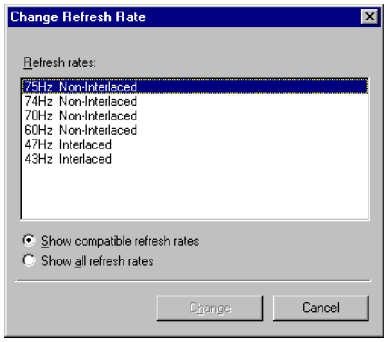
Värit ja tarkkuudet

Käytännössä näyttömuistia pitää olla vähintään 1024 kilotavua, jotta 1024x768 erottelukyvyllä saavutetaan 256 värin määrä. Tyypillisesti 14" halkaisijaltaan olevalla näytöllä kannattaa käyttää kuitenkin 800x600 erottelukykyä, jolloin merkkien koko säilyy vielä luettavana. Kun näyttömuistin kokoa kasvatetaan 2 megatavuun, saadaan 800x600 erottelukyvyllä käyttöön 16,7 miljoonaa väriä.

Pyri käyttämään Windowsissa pienin tarvittava värien määrä. Tämä sen johdosta, että Windowsin näytönpäivitys hidastuu yleensä sitä enemmän, mitä enemmän näytönohjain joutuu värejä käsittelemään. Muista käyttää Windowsissa aina uusimpia saatavilla olevia näytönohjaimen laiteohjaimia. Näitä on saatavilla näytönohjaimen maahaantuojalta, BBS-palveluista ja Internetistä.

Seuraavana on Windows 95:n Ohjauspaneelin Näyttö-kuvakkeen näytön ominaisuuksien valintaikkunaa. Huomaa, että asetukset ovat erilaisia eri näytönohjaimissa.



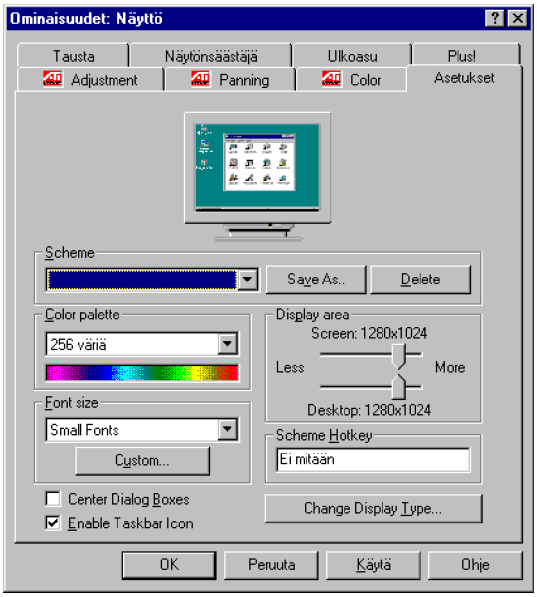


Vasemmanpuoleisesta ikkunasta voidaan muuttaa käytössä olevaa virkistystaajuutta. Vertical-asetus eli pystysuunnan asetus on kuvassa 75 Hz, joka on silmälle jo täysin välkkymätön. Huomaa, että sekä näytönohjaimen että näytön on kyettävä haluttuun taajuuteen. Jos toinen ei kykene, ei kyseisen taajuuden valinta onnistu.

Oikeanpuolimmaisessa kuvassa on kyseisen näytönohjaimen mahdollistamat pystysuuntaiset kuvataajuudet. Muista valita aina korkein mahdollinen taajuus, jolloin kuva näyttää parhaimmalta. Älä valitse lomitettuja *(Interlaced)* näyttötiloja, koska kuva välkkyy tällöin varsin paljon.

Seuraavassa kuvassa voidaan muuttaa kuvatarkkuutta ja värien määrää. Huomaa, että kuvatarkkuuden kohdalla sekä näytönohjaimen että näytön on kyettävä haluttuun tarkkuuteen. Muutoin kuvan esittäminen ei onnistu.

Jokainen värinäyttö pystyy näyttämään rajattoman määrän värejä. Sen sijaan näytönohjaimissa värimäärää rajoittaa niiden muistimäärä. Mitä vähemmän muistia, sitä vähemmän värejä voidaan esittää.



Yllä olevassa kuvassa voidaan valita käytettävä kuvatarkkuus sekä värimäärä. Työpöytätila voidaan asettaa suuremmaksi kuin kuvatarkkuus, jolloin osa kuvasta on aina näytön ulkopuolella. Hiirellä liikkumalla saadaan ulkopuolella oleva alue näkyviin, mutta toinen laita jää vastaavasti pois näytöstä.

Painamalla edellä olevan kuvan Muuta näyttötyyppiä *(Chance Display Type)* -painonappia, voidaan vaihtaa sekä näytönohjaimen laiteohjain sekä valita käytössä oleva näyttö.

Levykeasema

Levykeaseman omakohtainen asentaminen voi tulla kysymykseen esimerkiksi vaihdettaessa rikkoutunut asema toimivaan tai vaihdettaessa 1,44 megatavun levykeaseman tilalle 2,88 megatavun levykeasema.

Levykeasema voidaan asentaa joko vaaka- tai pystyasentoon. 3,5" aseman asentaminen koteloon, jossa on vain 5,25" massatallennuspaikkoja, vaatii erillisen 5,25" asennuskehikon hankkimisen. Kehikkoja on saatavana erikseen, jos sellainen ei seuraa levykeaseman mukana.

Levykeasemaan kytketään virtajohto sekä 34-johtiminen tietokaapeli. A-asema kytketään lattakaapelin päähän ja B-asema keskellä olevaan liittimeen.

Kun suoraan lattakaapeliin asennetaan kaksi levykeasemaa, määritellään A-levykeasema levykeasemassa olevilla jumppereilla 0-asemaksi ja B-levykeasema 1-asemaksi. Levykeasemassa numerointina käytetään yleensä 0 - 3. Jos käytetään numerointia 1 - 4, valitaan A-asema 1-asemaksi ja B-asema 2-asemaksi.

Käännettyä kaapelia käytettäessä molemmat levykeasemat määritellään 1-asemaksi (1-4 -numerointia käytettäessä 2-asemaksi). Käännetty kaapeli esitellään myöhemmin tässä luvussa.

Levykeaseman valinta jumpperilla:

DS *(**D**rive **S**elect)* -jumppereiden avulla valitaan levykeaseman 'osoite' joka on yksi vaihtoehto neljästä.

Suora kaapeli

A-asema **B-asema**

```
DS DS DS DS          DS DS DS DS
 0  1  2  3  tai      0  1  2  3
 A                      B
```

Kierretty kaapeli

A-asema					**B-asema**			
DS 0	**DS 1**	**DS 2**	**DS 3**	**tai**	**DS 0**	**DS 1**	**DS 2**	**DS 3**
	A					**B**		

Koneessa yksi levykeasema

Mikäli koneessa on yksi levykeasema, se voi olla kytketty kahdella tavalla:

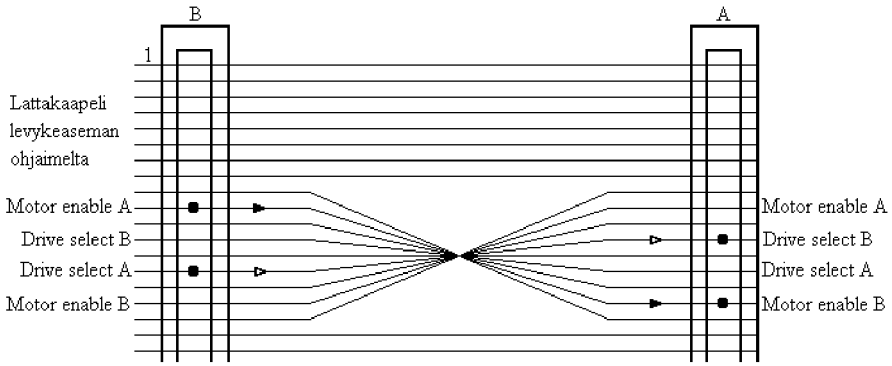
1. Levykeasema on asetettu B:ksi, lattakaapelissa on johtimet 9 - 17 (tai 10 - 16) käännetty. Yleensä levykeasemat ovat tehdasasetuksena asetettu B:ksi. Lattakaapelissa olevat käännetyt johtimet vaihtavat B:n A:ksi, katso seuraavaa kuvaa.

2. Levykeasema on asetettu A:ksi, lattakaapeli on suora.

Koneessa kaksi levykeasemaa

Normaalisti molemmat levykeasemat ovat asetettu B:ksi.

Käännetty kaapeli:



Lattakaapeli menee levykeaseman ohjaimesta ensin B-levykeasemalle ja jatkaa sieltä matkaansa A:lle. Levykeasemille menevässä käännetyssä lattakaapelissa on B- ja A-asemien välillä johtimet 9 -17 käännetty.

Käännettyinä voivat myös olla vain johtimet 10-16, sillä johtimet 9 ja 17 ovat molemmat maajohtimia. Niiden kääntäminen tai kääntämättä jättäminen ei vaikuta Motor enable- ja Drive select -signaalien toimintaan.

Kiintolevy

Kiintolevyllä ja sen ohjaimella on usein paljon suurempi merkitys kuin etukäteen luullaankaan. Kiintolevyn nopeutta voidaan kuvata sen siirtonopeudella (*transfer rate*), keskimääräisellä hakuajalla (*seek time*) sekä uralta toiselle uralle siirtymäajalla (*track to track seek time*).

Koska Windows käyttää erittäin paljon kiintolevyä, voidaan oikeaoppisella kiintolevyn valinnalla tehostaa Windowsin käyttöä merkittävästi. Nopeammalla kiintolevyllä ohjelmien käynnistysajat voivat esimerkiksi puoliintua.

Kiintolevynohjaimet voidaan jakaa seuraaviin eri tyyppeihin:

- ST-506
- ESDI
- IDE (ATA ja ATA-2)
- SCSI

Vanhentuneita ST-506- ja ESDI-liitäntöjä ei ole enää myynnissä. Vaihtoehdoiksi jäävät IDE- ja SCSI-liitännät. IDE on yleismääritelmä tälle liitännälle, joka jakautuu ATA:aan ja laajempaan ATA-2:een. EIDE on Western Digitalin nimitys ATA-2:sta ja Fast ATA on Seagaten nimitys ATA-2:sta.

Tällä hetkellä eniten käytetty liitäntä on IDE-liitäntä. Se on edullinen ja nopea. IDE-kiintolevyn tunnistat 40-napaisesta liitäntäkaapelista. ATA-2-liitäntään voidaan kytkeä myös ATAPIa tukeva CD-ROM-asema.

Kiintolevyn vaihtaminen nopeampaan voi nopeuttaa mikroa merkittävästi. Vanhempien kiintolevyjen keskimääräiset hakuajat ovat yli 15 millisekuntia. Uudempien kiintolevyjen keskimääräiset hakuajat ovat noin 8 - 12 millisekuntia. Tiedonsiirtonopeudet vaihtelevat kiintolevytyypeittäin.

Kiintolevyä päivitettäessä on huomioitava käytetty liitäntä ja varmistettava kiintolevyn ja ohjainkortin toimivuus yhdessä. Huomaa, että SCSI-kiintolevyjä voidaan asentaa rinnakkain IDE-kiintolevyjen kanssa.

ATA-ohjaimeen voidaan asentaa suurimmillaan kaksi kiintolevyä ja ATA-2-ohjaimeen neljä. SCSI-2-liitäntään voidaan asentaa suurimmillaan seitsemän lisälaitetta.

Kiintolevytilaa saa lisää myös käyttämällä levynpakkausohjelmia. Ne kulkevat myös nimellä levyntuplausohjelmat. Ne pakkaavat kaiken tiedon

kiintolevylle ja purkavat avattaessa täysin käyttäjän huomaamatta. Etuna on levytilan kasvu. Haittana levyn käytön hidastuminen sekä levyjen siirtomahdollisuuksien heikkeneminen. Pakattu levy ei toimi ilman virityksiä toisen koneen lisäkiintolevynä. Suositeltavaa on, että pakkausohjelmia ei käytetä.

Asentaminen ja käyttöönotto

Sisäisen kiintolevyn asentaminen edellyttää, että mikron kotelossa on kiintolevylle sopiva massatallennuspaikka. Kiintolevyjen fyysisen koon ilmaisemiseen käytetään levykiekon halkaisijaa ja kiintolevyn korkeutta. Nämä määräävät sen, millaiseen massatallennuspaikkaan kiintolevyn voi asentaa.

Tyypillisiä levykiekon halkaisijoita ovat 5,25" ja 3,5". Uudemmissa kiintolevyissä halkaisija voi olla myös 2,5" tai 1,8". Kannettavien mikrojen PCMCIA-korttipaikkoihin liitettävien kiintolevyjen halkaisija on 1,8" tai 1,3".

Kiintolevyn korkeus on sen sijaan todellinen fyysinen korkeus. Esimerkiksi täysikorkea kiintolevy vaatii 82 mm korkean massatallennuspaikan ja puolikorkea 41 mm korkean massatallennuspaikan. Slim Line -kiintolevyjen korkeus on neljäsosa täysikorkeasta. Uudet kiintolevyt ovat hyvin matalia ja ne onkin helppo sijoittaa 3,5" massamuistipaikkoihin.

Yleisimmät kiintolevytyypit ovat IDE- ja SCSI-kiintolevyjä. IDE on yleisempi ja edullisempi ja SCSI harvinaisempi ja kalliimpi.

IDE-kaapelissa toinen kiintolevy on isäntälevy (*Master*) ja toinen orjalevy (*Slave*). Isäntälevy ohjaa kumpaakin asemaa. Asetukset valitaan kiintolevyissä olevilla jumppereilla. IDE-kiintolevyt voidaan liittää liitäntäkaapeliin kummassa järjestyksessä tahansa. Joissakin IDE-levyissä on myös Single-asetus, jota käytetään silloin, kun kyseinen kiintolevy on yksinään kaapeliin kiinnitettynä. Normaalisti yksittäisessä kiintolevyssä käytetään Master-asetusta.

SCSI-kiintolevystä valitaan vain vapaa ID-numero, joka ei ole muiden SCSI-laitteiden käytössä.

Kiintolevyn SetUp-tiedot

Kiintolevyn parametrit tallennetaan mikron CMOS-muistiin SetUp-ohjelmalla. SetUp-tiedoissa on vakiona 32 tai 45 erilaista AT BIOS -kiintolevytyyppiä. Uudemmissa BIOSeissa SetUp-parametrit voidaan määritellä itse käyttäen tyyppiä 47 ja 48. Lisäksi uudemmissa SetUp-ohjelmissa on automatiikka, joka tutkii kiintolevyn parametrit ja asentaa ne automaattisesti.

SetUp-ohjelmaan ei merkitä SCSI-kiintolevyn tietoja. SCSI-ohjain hoitaa parametroinnin ja käyttöönoton itse.

Parametreistä kerrotaan tarkemmin Apumuistit/Kiintolevy- sekä SetUp-luvuissa.

Perusalustus

Uudet kiintolevyt on tavallisesti perusalustettu (*Low Level Format*) jo tehtaalla.

Huomaa, että IDE-kiintolevyjä ei ole tarkoitettu käyttäjän perusalustettavaksi ja useimmat IDE-kiintolevyt estävät perusalustuksen suorittamisen. Käyttäjän suorittama perusalustus voi sotkea mm. levypinnan servomerkinnät, jonka seurauksena IDE-kiintolevy on käyttökelvoton.

Kiintolevyä perusalustettaessa kaikki kiintolevyllä oleva tieto tuhoutuu (joissakin kaupallisissa ohjelmissa on tuhoamaton perusalustustoiminto). Jos kiintolevyllä on entuudestaan tiedostoja, on nämä varmuuskopioitava. On tärkeää tiedostaa, että kiintolevyltä tuhoutuu myös osiojako. Jos esimerkiksi yksittäinen kiintolevy on jaettu C- ja D-osioihin, tuhoutuvat kummankin osion tiedot (käyttäjälle eri levyosiot näyttäytyvät kuten erilliset kiintolevyt, vaikka ne sijaitsevat samalla fyysisellä kiintolevyllä).

Perusalustetun kiintolevyn käyttöönoton seuraava vaihe on kiintolevyn osiojako, osioiden alustus käyttöjärjestelmää varten sekä käyttöjärjestelmän loppuasennus. Osiojako tehdään esimerkiksi DOS-käyttöjärjestelmässä FDISK-ohjelmalla.

IDE-kiintolevyn asennus

IDE-kiintolevyn (eli ATA tai ATA-2) lisäksi IDE-liitäntään voidaan kytkeä samalla tavalla muita ATAPI-rajapinnan kanssa yhteensopivia laitteita, kuten esimerkiksi CD-ROM-asemia.

IDE-kiintolevy voi olla kytkettynä koneeseen joko

- Isäntänä *(Master)*
- Orjana *(Slave)*

Joissakin kiintolevyissä on myös Single-vaihtoehto, jota käytetään, kun kiintolevy on yksinään kaapelissa. Tämä ei ole kuitenkaan ATA-standardin mukainen valinta.

Mikäli koneessa on kaksi IDE-kiintolevyä on toisen oltava isäntä ja toisen orja. Kaksi isäntää tai kaksi orjaa samassa IDE-kaapelissa ei toimi. Samoin yksittäiseksi kiintolevyksi kytketty kiintolevy ei toimi toisen kiintolevyn kanssa samassa kaapelissa.

Ennen asennusta kannattaa tarkistaa, että koneen SetUp-valinnoissa on kiintolevyjen kohdalla valittavissa käyttäjän määrittelemä kiintolevyn tyyppi. Se helpottaa asennusta huomattavasti. Mikäli tyyppiä ei pysty itse määrittelemään ja valmiista tyypeistä ei löydy oikeaa, voi osa kiintolevyn tallennuskapasiteetista jäädä käyttämättä.

Seuraavana on yleiset ohjeet uuden kiintolevyn liittämiseksi, kaikkien mahdollisten seikkojen ja vaihtoehtojen huomioon ottaminen vaatisi oman kirjasarjansa. Kahden IDE-kiintolevyn lisääminen samanaikaisesti tai yhden lisääminen entisen IDE-kiintolevyn orjaksi onnistuu harvoin kertaheitolla, jos kiintolevyt ovat eri valmistajilta. Asenna siis yksi kiintolevy kerrallaan. Kun se toimii, asenna seuraava.

Ennen kuin otat koneen kotelon auki, varmistu, että koneen verkkopistoke ei ole pistorasiassa.

Vanhojen kiintolevyjen poisto:

Ennen kuin teet mitään, piirrä kuva siitä kuinka lattakaapelit ovat kytketty kiintolevyn ohjaimeen ja itse kiintolevyille. Mikäli kiintolevyn ohjaimessa on myös levykeaseman ohjain, piirrä kuvaan myös sen lattakaapelin kytkentä.

Merkitse piirrokseen lattakaapelien toisessa reunassa olevan merkkijuovan paikka levyasemien liittimiin nähden. Piirroksesta kannattaa tehdä mahdollisimman selkeä ja yksiselitteinen.

Jos kiintolevyssä ei ole mainintaa sen tiedoista, kirjoita paperille/tarralle seuraavat tiedot kiintolevystä:

- SetUpin tyyppimäärityksen numero (1-46)
- Sylintereiden (Cylinders) lukumäärä
- Luku/kirjoituspäiden (Heads) lukumäärä
- Sektoreiden (Sectors) lukumäärä
- Luku/kirjoituspäiden laskeutumissylinteri (Landing Zone)
- Levyllekirjoituksen esikompensoinnin alkamissylinteri (Write Precomp)
- Onko kiintolevy ollut C: vai D: (eli fyysisesti 1. vai 2. kiintolevy)
- Onko kiintolevyn (SCSI) päätevastukset paikallaan
- Kiintolevyn tallennuskapasiteetti

Näiden asioiden avulla kiintolevyjen asennus helpottuu.

Mikäli vaihdat entisen/entiset kiintolevyt IDE-kiintolevyyn tai -levyihin, irroita kaikki johdot vanhoista kiintolevyistä ja kiintolevyn ohjaimesta. Mikäli kiintolevyn ohjaimessa on myös levykeaseman ohjain, irroita myös levykeaseman kaapeli.

Irroita kiintolevyt ja niiden ohjain.

IDE-kiintolevyn asennus

ATA (IDE) -liitäntään voidaan asentaa kaksi kiintolevyä samaan kaapeliin. ATA-2-liitännässä on kaksi kaapelia, joihin molempiin voidaan asentaa kaksi kiintolevyä. Samassa kaapelissa olevista kiintolevyistä toisen täytyy aina olla Master ja toisen Slave.

1. **Mikäli lisäät toisen IDE-kiintolevyn, tarkista, että uudelle kiintolevylle on tilaa** mieluiten koneessa olevan kiintolevyn alapuolella, jos koneessa oleva asema on vaakatasossa. Jos koneessa oleva kiintolevy on pystyssä, tilaa pitäisi olla sillä puolella kiintolevyä, jonne lattakaapeli lähtee.

Mikäli IDE-väyläliityntäkortti on riitävän vanha, saatta olla, että se ei kykene käsittelemään kahta IDE-kiintolevyä.

2. **Ota selvää sekä koneessa olevan että uuden kiintolevyn ohjekirjasta, kuinka ne voidaan jumppereilla asettaa isännäksi ja orjaksi.**

Mikäli käytettävissäsi ei ole kiintolevyjen käsikirjoja, tähän saattaa kulua paljon aikaa ja vaivaa. Myös valmistajien Internet-sivuilta löytyy runsaasti tietoa. "Kytke ja kokeile" -menetelmällä kahden IDE-kiintolevyn asentaminen on hyvin turhauttavaa ja aikaa vievää.

Jos uusi kiintolevy ei suostu toimimaan orjana, voit kokeilla sitä isännäksi ja laittaa vanhan kiintolevyn orjaksi. Mikäli kiintolevyt ovat eri merkkisiä ja toinen ei ole enää aivan uusi, voi myös käydä niin, että et saa uutta kiintolevyä toimimaan, et orjana etkä isäntänä, vaikka kokeilet kaikki konstit ja pari uutta. Mikäli vanha kiintolevy on 100 Mt ja uusi 800 Mt, asenna vain uusi ja myy vanha tai koeta asentaa se johonkin toiseen koneeseen.

3. **Piirrä paperille kuinka koneessa jo mahdollisesti olevan ja uuden kiintolevyn jumpperit ovat kytketty.**

4. (Mikäli lisäät toista IDE-kiintolevyä)
Tutki, onko IDE-väyläliityntäkortilta kiintolevylle menevässä lattakaapelissa ylimääräinen 40 napainen liitin C-kiintolevyn liittimen läheisyydessä.

Mikäli näin ei ole:

Hanki kahdelle IDE-kiintolevylle tarkoitettu lattakaapeli.

Lattakaapeliin pystyy myös itse lisäämään liittimen. Asennuksessa on syytä olla varovainen, sillä seurauksena saattaa olla johtimen katkeaminen.

5. (Mikäli lisäät toista IDE-kiintolevyä)

Tarkista, että virtalähteeltä lähtevissä, levyasemille tarkoitetuissa virtajohdoissa on ainakin yksi käyttämätön liitin ja että liitin sopii uuteen asemaan

Mikäli näin ei ole, hanki kiintolevyn virtajohtoon tarkoitettu haaroitin, jossa on kiintolevyihin sopivat liittimet.

6. Tarkista/kytke kiintolevyssä olevat jumpperit:

1. Mikäli olet kytkemässä yhtä IDE-kiintolevyä, sen jumpperit asetetaan osoittamaan että käytössä on yksittäinen kiintolevy (Single tai Master).

2. Mikäli lisäät toisen IDE-kiintolevyn, pitää koneessa jo oleva kiintolevy asettaa jumppereilla isännäksi (master) ja uusi kiintolevy orjaksi (Slave)

Jumpperiasetukset ovat yleensä kiintolevyn päällä olevassa tarrassa tai jumpperien vieressä.

7 Asenna IDE-kiintolevy entisen paikalle, ruuvaa kiinni koteloon ja asenna IDE-väyläliityntäkortti 16-bittiseen lisäkorttipaikkaan. Kytke kiintolevyn lattakaapelin liitin ja kiintolevyn virtaliitin.

Mikäli olet lisäämässä toista kiintolevyä, asenna se koneessa olevan kiintolevyn alapuolelle tai pystyssä olevan kiintolevyn rinnalle. Ruuvaa kiintolevy kiinni koteloon ja kytke lattakaapelin liitin ja virtaliitin.

8. Kytke koneen verkkojohto pistorasiaan ja käynnistä kone.

9. Koneen käynnistyessä siirry SetUp-ohjelmaan ja valitse asentamasi kiintolevyn tyyppi oikeaksi. Mikäli oikeaa tyyppiä ei löydy valmiista tyyppimäärityksistä (esimerkiksi 1 - 46), valitse käyttäjän määrittelemä tyyppi, jonka numero voi olla esimerkiksi 47.

Jos mikrosi pystyy tunnistamaan kiintolevyn automaattisesti,

odota muutama minuutti. Jos se ei tunnista levyä, seuraa virheilmoitus. Jos yksi IDE-levy on jo toiminnassa, voi olla, että toisesta ei tule edes virheilmoitusta. Jos käyttöjärjestelmä ei löydä toista kiintolevyä, esim. D, ei parametrien asennus ole onnistunut. Tarkista tällöin kaapeloinnit ensimmäisenä ja tutki SetUp seuraavana.

Jotta voisit itse määritellä tyypin, on kiintolevystä tiedettävä:

- Sylintereiden *(Cylinders)* lukumäärä
- Luku/kirjoituspäiden *(Heads)* lukumäärä
- Sektoreiden *(Sectors)* lukumäärä
- Luku/kirjoituspäiden laskeutumissylinteri *(Landing Zone)*.
- Levyllekirjoituksen esikompensoinnin alkamisylinteri *(Write precomp)*. Uusissa kiintolevyissä ei tarvita tätä asetusta.

Mikäli koneen BIOS ei anna käyttäjälle mahdollisuutta oman kiintolevytyypin määrittelemiseen, on valmiina olevista tyypeistä valittava tallennuskapasiteetiltaan yhtä suuri tai pienempi kuin mitä asennettavan kiintolevyn tallennuskapasiteetti on. Yleensä IDE-kiintolevyasemaan sisältyvä ohjain kykenee toimimaan erilaisilla cylinders/heads/sectors -yhdistelmillä.

Kiintolevyn toiminnan voit kokeilla käynnistämällä koneen levykkeeltä ja ajamalla FDISK-ohjelman. Mikäli se ei löydä kiintolevyä, kokeile jotain muuta SetUpissa olevaa kiintolevyn tyyppiä. Mikäli et saa kiintolevyä toimimaan millään järkevällä tyyppimäärityksellä (200 Mt kiintolevyä ei kannata käyttää 40 Mt kiintolevynä), hanki sellainen BIOS tai uusi emolevy, jossa kiintolevyn tyyppi on käyttäjän määriteltävissä. Tämä on yksi vanhojen koneiden päivityksissä ilmenevistä ongelmista.

10. IDE-kiintolevyille on tehty perusalustus *(Low Level Format)* tehtaalla.

IDE-kiintolevyn perusalustuksessa levyltä varataan ylimääräistä tilaa, jota levyasema automaattisesti käyttää korvaamaan vioittuneita sektoreita.

IDE-kiintolevyn perusalustaminen sellaiselle ohjelmalla, jossa ei ole otettu huomioon tätä IDE-kiintolevyn eroavuutta tavallisesta kiintolevystä, saattaa tehdä koko levyn käyttökelvottomaksi. Varminta on olla kokeilematta.

11. Osiotaulukko

Mikäli uudella kiintolevyllä ei ole osiotaulukkoa (partition table), ei DOS pysty kiintolevyä käyttämään. Käynnistyksen yhteydessä saat siitä virheilmoituksen.

Osiotaulukko tehdään kiintolevylle FDISK-ohjelmalla.

Mikäli käytössäsi on kaksi kiintolevyä, jotka molemmat on osioitu kahteen osaan, saat osiot loogiseen järjestykseen osioimalla toisen kiintolevyn eli fyysisen D:n molemmat osiot laajennetuksi (extended) osioiksi. Näin partitiot ovat peräkkäin:

```
   C:         D:                fyysiset kiintolevyt
C:    D:   E:    F:   loogiset kiintolevyt
```

Mikäli osioit toisen kiintolevyn, eli fyysisen D:n, ensimmäisen osion ensisijaiseksi osioksi, tilanne muuttuu:

```
   C:         D:                fyysiset kiintolevyt
C:    E:   D:    F:   loogiset kiintolevyt
```

D: ei olekaan C:n toinen osio vaan D:n ensimmäinen.

FDISK-ohjelman käyttöä ei kannata opetella silloin, kun kiintolevyllä tai kiintolevyillä on ohjelmia tai tietoja, jotka haluat säilyttää, sillä osioinnissa kaikki kiintolevylle tallennettu tieto häviää.

Osioinnin jälkeen C-osio alustetaan ja siitä tehdään käynnistysosio DOSin komennolla FORMAT C: /S Muut osiot formatoidaan ilman /S -valitsinta.

FORMAT-komennolla suoritettu alustus ei ole perusalustus, sen avulla ei kiintolevyä saa käyttökelvottomaksi.

12. Valmis

Mikäli kaikki toimenpiteet tähän mennessä ovat onnistuneet, kone käynnistyy C-kiintolevyltä ja myös mahdolliset muut osiot

ovat käytettävissä.

RAM-muisti

DOS-sovelluksia käytettäessä tullaan usein toimeen kahden megatavun RAM-muistilla. Windowsia käytettäessä periaate on: mitä enemmän sitä parempi. Windows 3.X:ää käytettäessä suositeltava minimimuistimäärä on 8 Mt ja Windows 95:ttä käytettäessä 16 Mt.

RAM-muistia lisättäessä pitää selvittää seuraavat asiat:

- Käytettävä muistityyppi (SIMM, DIMM, ...)
- Muistin hakunopeus (50, 60, 70, 80 ns)
- Tarvittavien muistipiirien koko eli esim. 1, 4, 8 tai 16 Mt
- SIMM-muisteja lisättäessä piirien lukumäärä muistikammassa eli 3 tai 9 piiriä (vanhemmat emolevyt)
- Bittisyys (8, 9, 32, 36, 64, 72, ...)
- Kuinka paljon emolevylle voidaan muistia lisätä (montako SIMM-paikkaa emolevyllä on?)

Huomaa myös, että pelkkä RAM-muistin vaihtaminen nopeampaan tyyppiin ei nopeuta mikroa usein lainkaan. Jotta nopeusetua saataisiin, on SetUpissa oltava määritykset nopeamman muistipiirin käytöstä.

Muisti-luvussa on tarkemmat muistin asennusohjeet.

Välimuisti

Välimuistilla (*Cache*) tarkoitetaan normaalisti RAM-muistin ja prosessorin väliin muistiväylälle sijoitettua nopealla hakuajalla (noin 20 ns) varustetusta muistista laadittua eräänlaista muistivarastoa. Kaikki prosessorille RAM-muistista haettava tieto kulkee välimuistin kautta jääden myös sinne. Kun prosessori tarvitsee uutta tietoa, tarkistetaan aina ensimmäisenä, löytyykö se jo nopeasta välimuistista. Mikäli tieto löytyy välimuistista, saadaan se sieltä haettua prosessorin käyttöön nopeammin kuin tavallisesta RAM-muistista.

386/486-mikrot sisältävät normaalisti vähintään 16-kilotavun, 486-mikrot 64 kt ja Pentiumit 256 kt kokoisen ulkoisen välimuistin. Huomaa, että 486- ja uudemmat prosessorit sisältävät myös prosessorin sisäisen välimuistin.

Välimuistin koolla ei ole suurta merkitystä, kunhan se ylipäätänsä löytyy. Testit 64, 256 ja 512 kilotavun välimuistilla varustetulla mikrolla osoittavat vain pieniä suorituskykyeroja Windowsin suorituskyvyssä. Mikäli välimuistia ei ole lainkaan, on ero silminnähtävä.

Joihinkin mikroihin voidaan lisätä välimuistia. Niihin lisätään joko SRAM-piirejä tai pienellä liitäntäkortilla hyvin nopea Pipelined Burst Cache -välimuisti.

Kotelo ja virtalähde

Yleensä kotelo ja virtalähde on yhdistetty. Jos vanhan mikron virtalähde on hajonnut, voi edullisemmaksi tulla uuden virtalähteellä varustetun kotelon hankkiminen kuin virtalähteen uusiminen.

Koteloja on eri kokoisia ja mallisia. Päämallit ovat pöytä- ja tornikotelo. Pääkoot ovat pöytäkoteloissa pieni ja keskisuuri. Tornikoteloiden koot ovat pienimmästä suurimpaan mini, medium ja full.

Valitse kotelon malli ja koko tarpeittesi mukaisesti. Mitä enemmän lisälaitteita koteloon aiotaan asentaa, sitä suurempi kotelo tarvitaan. Lisäksi suuressa kotelossa asennustyöt ovat helpompia väljyyden ansiosta.

Näppäimistö ja hiiri

Mikäli vanhan mikron näppäimistö ja/tai hiiri käyttää erilaista liitintä kuin mitä löytyy uudesta mikrosta, on markkinoilla saatavilla erilaisia välisovittimia esimerkiksi PS/2-näppäimistöä ja hiirtä varten.

CD-ROM-asema

CD-ROM-asemaa käytettäessä esille nousee sen siirtonopeus. Markkinoilla on 300 - 1200 kt/s tiedonsiirtonopeudella toimivia asemia. Nopeammat mallit soveltuvat hyvin multimedia- ja muihin paljon levyltä tietoa hakeviin sovelluksiin.

Uusimmat CD-ROM-asemat ovat IDE- tai SCSI-liitäntäisiä. Plug and Play IDE-CD-ROM-asema on helppo liittää Windows 95:een, jossa ei erillistä laiteohjainta tarvita. Asenna asema paikalleen ja kun mikro käynnistetään, huomaa Windows 95 sen automaattisesti.

Eräs tapa nopeuttaa CD-ROM-aseman toimintaa on käyttää välimuistiohjelmaa, joka osaa puskuroida myös CD-ROM-aseman. Tällainen on esimerkiksi Norton Speedcache -välimuistiohjelma. Tavallisemmat eli Microsoftin Smartdrv 4.0, 4.1- sekä PCTools- ja Norton Utilities -ohjelmien välimuistiohjelmat eivät mahdollista CD-ROM-aseman välimuistia. Vasta Windows for Workgroups 3.11 -version sekä seuraavan DOS-version (DOS 6.2) mukana toimitettava SMARTDRV-versio 5.0 osaa hyödyntää myös CD-ROM-asemia.

Windows 95:ssä välimuistin asetukset ovat automaattiset myös CD-ROM-asemalle. Voit muuttaa niitä tarvittaessa Ohjauspaneelin kautta.

CD-ROM-aseman asentaminen ja käyttöönotto

CD-ROM-aseman asentaminen on monista toteutusvaihtoehdoista johtuen yksilöllistä eri asemille. Seuraavana kerromme lyhyesti CD-ROM-aseman asennuksesta. Asennuksessa ei voi rikkoa mikrotietokonetta, jos on varovainen laiteosien kanssa.

CD-ROM-asemien ohjaamiseen käytetään kolmentyyppisiä ohjainkortteja.

- Oma ohjainkortti (vanhentunut ratkaisu)
- IDE
- SCSI

Neuvomme tässä vain IDE-aseman asennuksen. Usein asema voidaan liittää myös äänikorttiin, jos siinä on IDE-liitäntä.

18. Asennukset

Ensimmäinen tärkeä asia on kytkeä virta pois mikrosta ja irrottaa vielä varmuuden vuoksi virtajohto mikron takaseinästä. Avaa seuraavana kotelo. Katso tarvittaessa mikrosi ohjekirjasta kannen avaamistapa.

CD-ROM-asema asennetaan 5,25" vapaaseen massamuistipaikkaan siten, että aseman etupaneli jää näkyviin kotelon ulkopuolelle. Joskus tarvitaan asennuskiskot, jotta CD-ROM-asema pysyy paikallaan tukevasti.

Kiinnitä CD-ROM-asema tukevasti neljällä ruuvilla, jolloin se ei käytön aikana pääse heilumaan ja vaurioitumaan.

Tietokaapeli on leveä 40-johtoinen lattakaapeli, jossa toisessa reunassa on yksi punainen johto. Punainen johto tulee liittimen pinni yhteen, joka on yleensä numeroitu ohjainkortin tai emolevyn liitännän kantaan. Toinen pää kytketään CD-ROM-asemaan, jossa vastaavasti punainen johto tulee pinni yhteen.

Kytke audio-kaapeli CD-ROM-asemasta äänikorttiin. Tällöin voit kuunnella musiikki-CD-levyjä äänikorttiin liitetyistä kaiuttimista. Audio-kaapelia pitkin kuljetetaan ainoastaan CD-äänilevyn eli tavallisen CD-äänilevyn signaalit.

Voit kytkeä CD-ROM-aseman orja-asemaksi samaan kaapeliin kiintolevysi kanssa. Aseta CD-ROM-aseman jumpperi SLAVE-asentoon, joka on usein merkitty myös kirjaimilla SL. Katso CD-ROM-aseman käsikirjasta, jos et löydä kyseistä jumpperia.

Jos käytössäsi on kaksi IDE-liitäntää, voit kytkeä CD-ROM-aseman toiseen IDE-porttiin. Aseta CD-ROM-aseman jumpperi MASTER-asentoon, joka on usein merkitty myös kirjaimilla MS. Katso CD-ROM-aseman käsikirjasta, jos et löydä kyseistä jumpperia. Kytke CD-ROM-asema isäntäasemaksi toiseen IDE-kaapeliin. Huomaa, että toinen IDE-kaapeli käyttää keskeytystä 15. Se ei saa olla silloin muiden laitteiden käytössä.

DOSissa ja Windows 3.X:ssä CD-ROM-asema kannattaa asentaa toiseen IDE-kaapeliin, kiintolevyjen jäädessä toiseen. Jos vain kaksi IDE-porttia on käytössä. Koska MSCDEX on 16-bittinen, ei käyttöjärjestelmä voi käyttää samassa kaapelissa olevaa kiintolevyäkään 32-bittisenä. Kiintolevy toimii siis hiukan hitaammin kuin mikä olisi mahdollista.

Windows 95:n CDFS *(CD File System)* on 32-bittinen, joten CD-ROM-aseman kanssa samassa kaapelissa oleva kiintolevykin toimii maksimisuorituskyvyllä eli 32-bittisenä.

CD-ROM-asema voidaan asentaa myös äänikorttiin. Tällöin CD-ROM-asemassa ja äänikortissa on oltava samanlainen liitin. Äänikortilla on usein jumpperit CD-ROM-aseman päälläoloon, keskeytyksen ja osoitteeseen. Jos asennat CD-ROM-aseman äänikorttiin, muista asettaa CD-ROM-asema-valintajumpperi päälle. Tämä valinta väärin asennettuna aiheuttaa suurimman osan asennusongelmista. Jos CD-ROM-asema-valinta on päällä, eikä CD-ROM-asemaa ole, saattaa tuloksena olla erilaisia mikron jumiutumisia.

Äänikortin IDE-CD-ROM-liitäntä vastaa kakkos-IDE-porttia, joten se käyttää myös keskeytystä 15. Et voi käyttää sekä äänikortissa että kakkos-IDE-portissa CD-ROM-asemia yhtä aikaa.

Asenna kaapeleiden jälkeen nelijohtoinen virtajohto CD-ROM-asemaan. Huomaa, että uudemmissa CD-ROM-asemissa virtajohto voi olla myös perinteistä kokoa pienempi. Sopivia haaroituskappaleita löytyy useista mikroliikkeistä, jos kotelossasi ei ole tällaista liitintä. Tosin monissa CD-ROM-asemissa on molemmat liitäntämahdollisuudet. Sulje viimeisenä kotelon kansi.

CD-ROM-aseman mukana tulee yleensä levyke, jossa on laiteohjaimet CD-ROM-asemalle. Laiteohjainten avulla CD-ROM-asema saadaan käyttöön ja se näkyy MS-DOSissa ikäänkuin kiintolevynä, joka on täynnä ja jolle ei voi kirjoittaa. Windows 95:ssä laiteohjainta ei tarvitse ladata, sillä se ottaa ohjaimen käyttöön automaattisesti.

Modeemi

Faksimodeemi alkaa olla jo lähes jokaisessa mikrossa. Sen avulla hoituvat niin faksien lähetykset kuin Internet- ja BBS-yhteydetkin. Modeemitkin ovat nopeutuneet viime vuosina ja tällä hetkellä standardina on 14 400 bps modeemit. Nopeimmat modeemit toimivat 33 600 bps nopeudella.

Modeemin asennus

Modeemin asennuksen voi Windows 95:ssä tehdä monella eri tavalla, riippuen siitä, onko kyseessä ulkoinen vai sisäinen modeemi. Ensin tarkastelemme sisäisen modeemin asennusta.

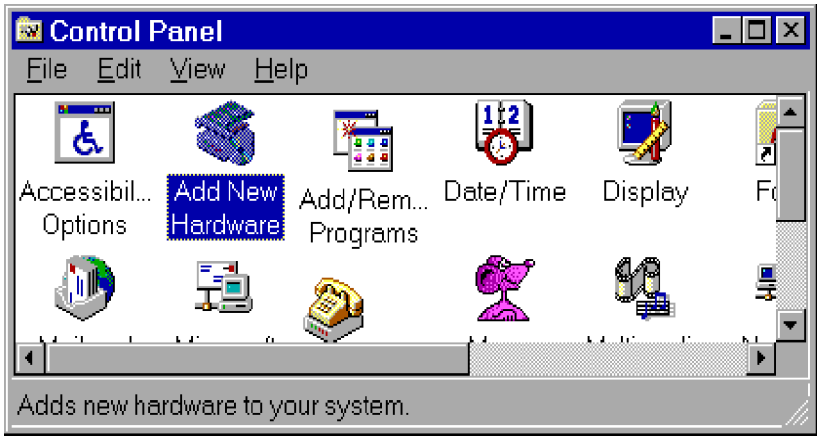
Sisäinen modeemi

Tarkista mitkä COM-portit ovat jo käytössä ennen modeemin asennusta. Tavallisesti hiirelle on määritelty COM1. COM2 on joko vapaana tai varattuna jollekin muulle sarjaporttia käyttävälle laitteelle, kuten esimerkiksi tulostimelle.

Määrittele modeemin käsikirjan ohjeen mukaan IRQ-linjat COM2- tai COM3-porttia vastaavaksi ja asenna modeemi mikron vapaaseen korttipaikkaan. Liitä puhelinkaapeli kortin LINE-liittimeen.

Jos aiot käyttää COM2-porttia, ja mikron emolevyllä tai Multi I/O -kortilla on COM2-asetukset päällä, poista ne. Uudeksi COM2:ksi tulee nimittäin modeemi.

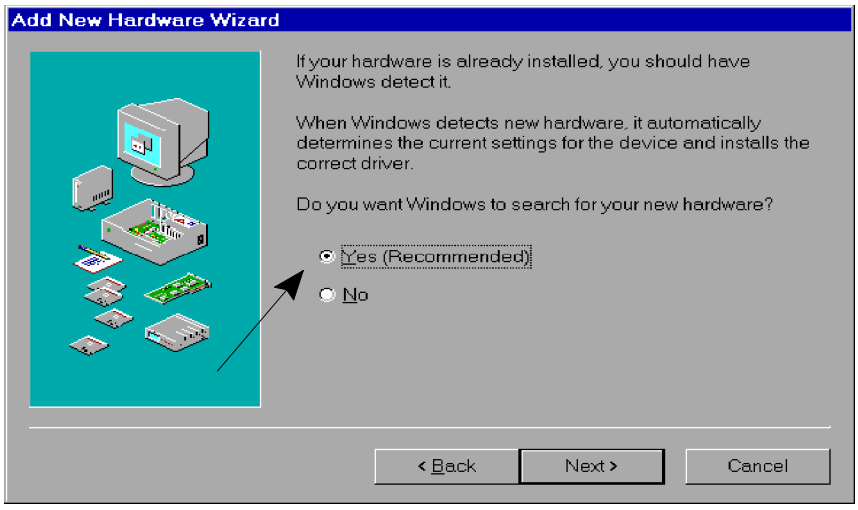
Käynnistä kone ja avaa Windowsin Ohjauspaneeli (**Conrol Panel**). Valitse Ohjauspaneelista (**Control Panel**) kohta Lisää uusia laitteita (**Add New Hardware**).



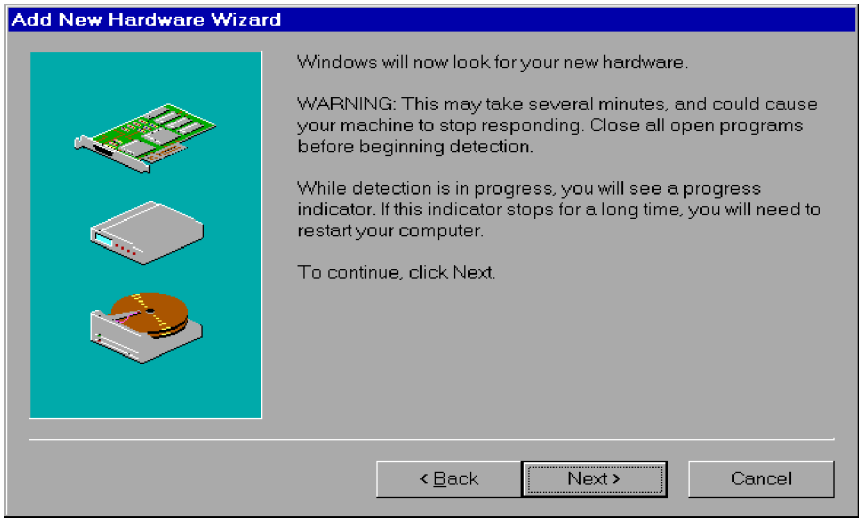
Varmista sitä ennen, että avoimena olevat sovellusohjelmat on suljettu!

Ohjelma kysyy aloitetaanko uusien laitteiden asennus Windows 95-ohjelmaan. Hyväksy ikkuna napauttamalla painiketta Seuraava (**Next**).

Ohjelma kysyy, halutaanko ohjelman etsivän järjestelmään asennetut uudet laitteet. Oletuksena valinta on Kyllä (**Yes (Recommended)). Hyväksytään** valinta napauttamalla Seuraava (**Next**) -painiketta.



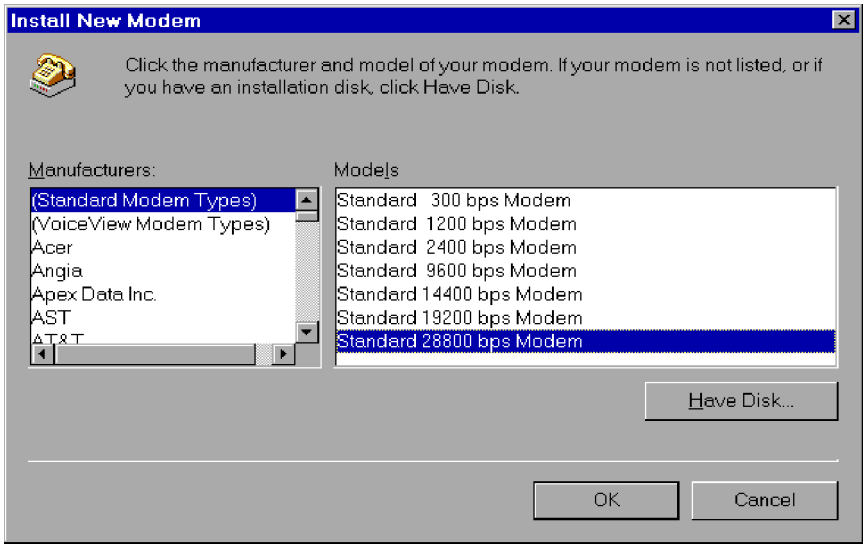
Ohjelma pyytää varmistamaan ettei muita sovelluksia ole käytössä. Sulje avoimet sovellukset ja valitse painike Seuraava (**Next**).



Ohjelma alkaa tutkia järjestelmään liitettyjä laitteita ja ilmoittaa työn etenemisestä ikkunan alareunan palkilla. Työ kestää muutamia minuutteja. Älä yritä käyttää muita sovelluksia työn etenemisen aikana.

Kun ohjelma on laitteistokokoonpanon tutkinut tulee näytölle seuraava ikkuna. Hyväksy ikkuna napauttamalla Seuraava (**Next**) -painiketta.

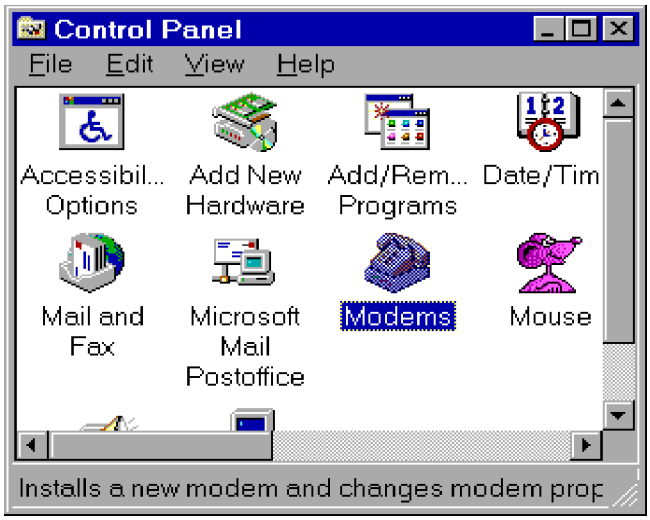
Usein Windowsin löytämä modeemityyppi ei vastaa sitä modeemia joka järjestelmään on asennettu vaan se syytä vaihtaa modeemiin, joka parhaiten vastaa asennettua modeemia. Hyväksy valinta **OK**-painikkeella.



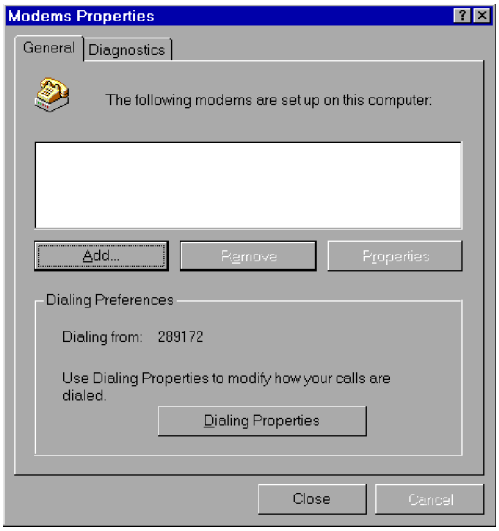
Tarkista modeemin päätelaitenopeus, porttiasetukset, soitto-ominaisuudet ja diagnostiikka. Näistä enemmän myöhemmin tässä luvussa.

Ulkoinen modeemi

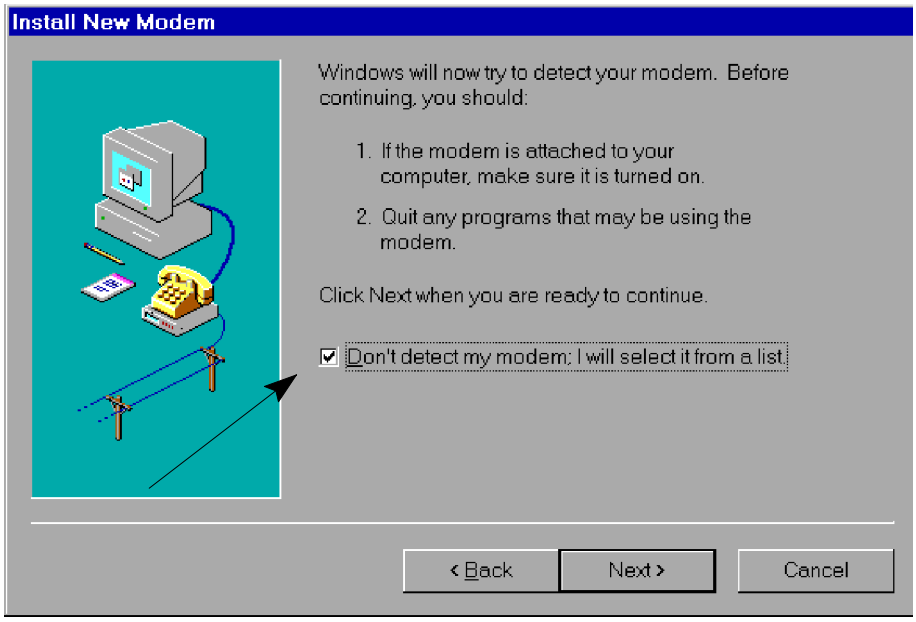
Helpoin tapa on valita Ohjauspaneelista (**Control Panel**) kohta Lisää laitteita **(Add New Hardware)** ja antaa Windowsin tutkia mitä laitteita mikrosta löytyy. Tämä vie kuitenkin tarpeettomasti aikaa. Nopein tapa edetä on valita Ohjauspaneelista (**Control Panel**) kohta Modeemit (**Modems**) ja edetä seuraavien opasteiden mukaisesti.



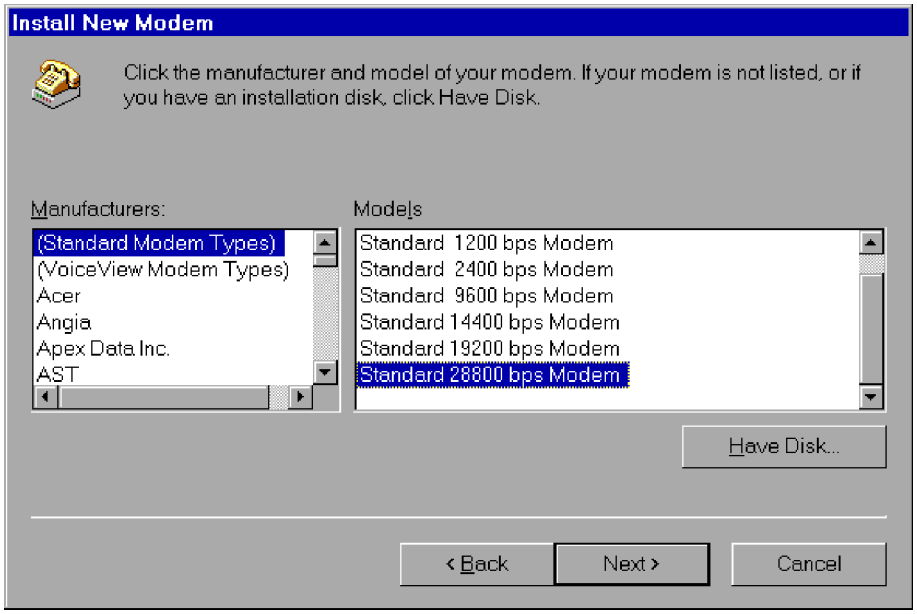
Näytölle tulee ikkuna Modeemien ominaisuudet (**Modems Properties**). Valitse ikkunasta painike Lisää..(**Add..**). Ikkunassa näy asennettuja modeemeja ellei niitä ole jo Windows 95 -asennuksen aikana ollut mikrossa asennettuna. Jos modeemi on jo mikrossa näkyy se ikkunan luettelossa.



Varmista, että modeemissa on virta päällä (ulkoiset modeemit) ja että modeemin kaapelit ovat modeemin asennusohjeen mukaisesti kunnolla kiinni. Näytölle tulleen ikkunan alareunassa on kohta, joka antaa mahdollisuuden Windowsin itse etsiä modeemi. Toinen tapa on, että käyttäjä itse valitsee asennettavan modeemin. Tässä teemme asennuksen käsiasennuksena, koska ohjelma automaattisesti tunnista läheskään kaikkia modeemeja. Aseta merkki valintaruutuun ja valitse Seuraava (**Next**).

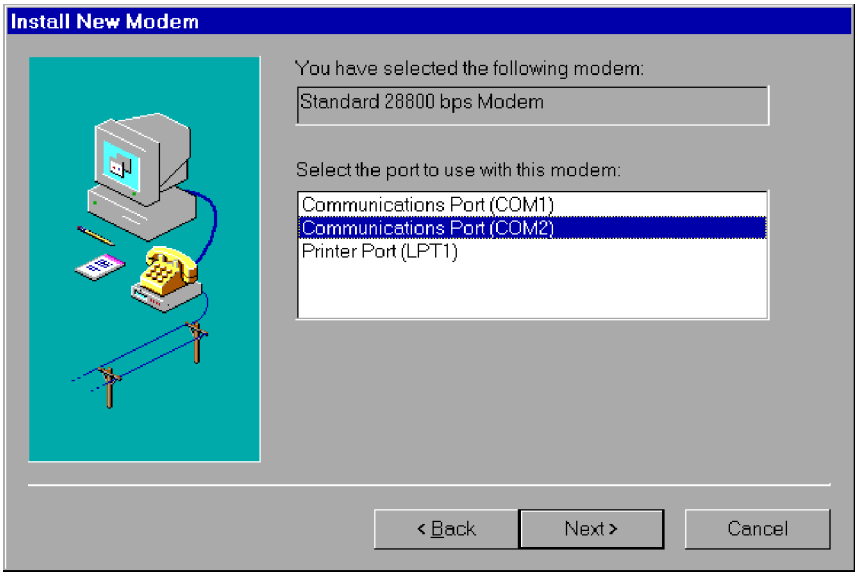


Näyttöön tulevasta valintaikkunasta valitaan ensin modeemi valmistajan (**Manufacturers**-valikko) mukaan. Ellei sopivaa modeemia löydy valitaan modeemiksi **Standard modem**. Sen jälkeen valitaan modeemin malli **Models**-valikosta. Tiedot löytyvät parhaiten modeemin käsikirjasta. Hyväksytään tehdyt valinnat valitsemalla Seuraava (**Next**)- painike.

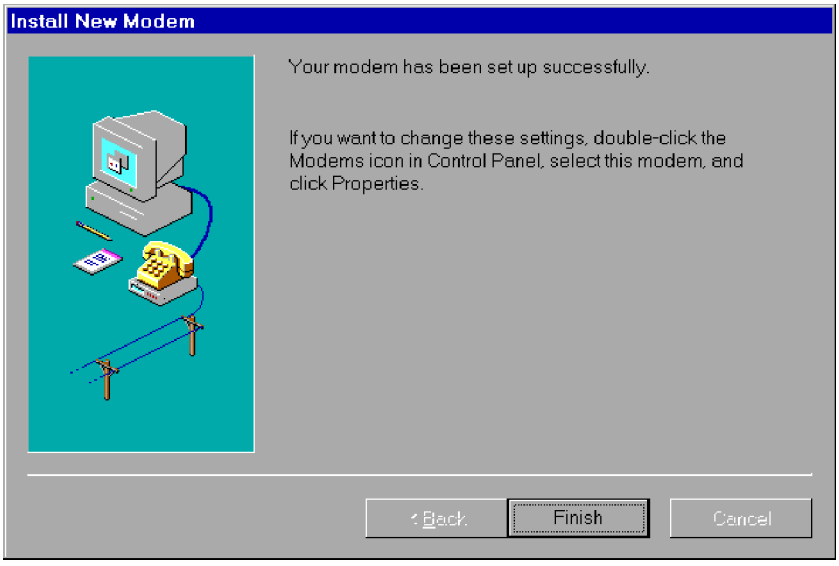


Modeemiajurit voi ladata myös levykkeeltä käyttämällä painiketta Levyke (**Have Disk**).

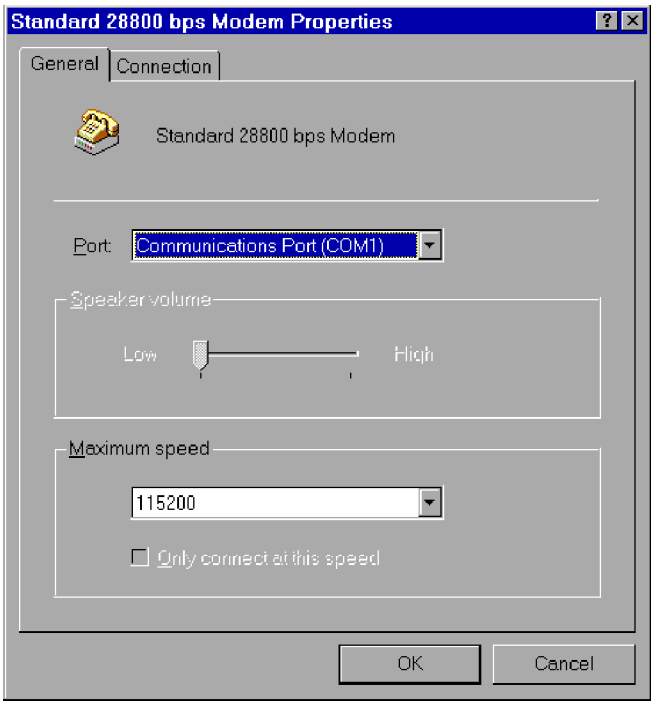
Näytölle tulevassa ikkunassa kysytään mihin COM-porttiin modeemikaapeli on kytketty. Valittu modeemi näkyy ikkunan yläreunassa. Valintaikkunassa näkyy kaikki Windowsin tunnistamat COM- ja tulostimien LPT-portit. Usein hiiri on asennettu porttiin COM1 ja todennäköisesti vapaana oleva portti on COM2. Tarkista kuitenkin koneesta mihin porttiin modeemi on asennettu. Valitse COM-portti ja hyväksy valinta napauttamalla painiketta Seuraava (**Next**).



Jos modeemi löytyi oikeasta portista, on opasteessa ilmoitus asennuksen onnistumisesta (**Your modem has been set up succesfully**). Ainoastaan Loppu (**Finish**) painike on aktiivisena. Päätä asennus napauttamalla Lopeta (**Finish**) -painiketta.

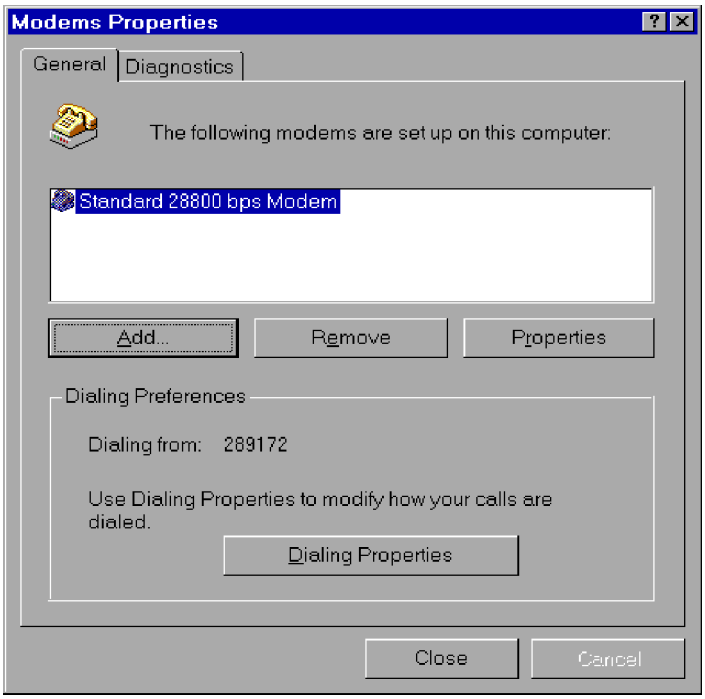


Asennuksen jälkeen ohjelma palaa Modeemien ominaisuudet (**Modems Properties**) -ikkunaan. Asennettu modeemi näkyy ikkunan Yleistä (**General**) näytössä.



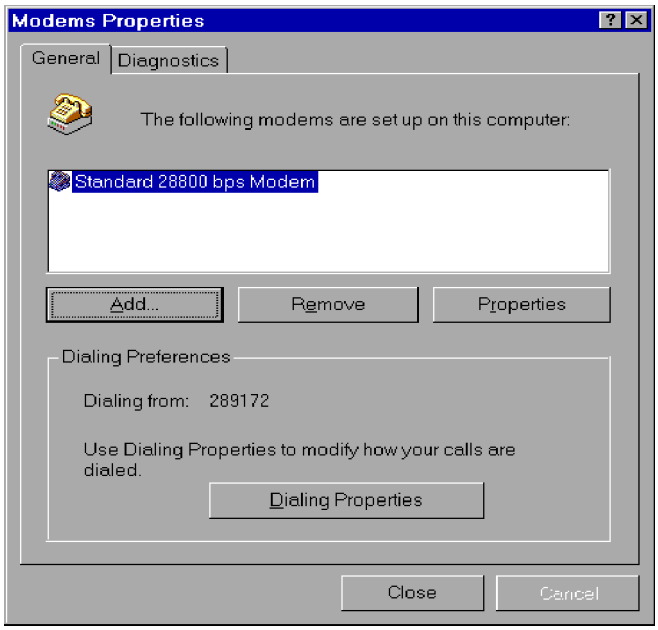
Tämän jälkeen tutkitaan Modeemien ominaisuudet (**Modem Properties**) -ikkunan muita painikkeita.

Poista (**Remove**) -painike, poistaa valitun modeemin modeemilistasta.



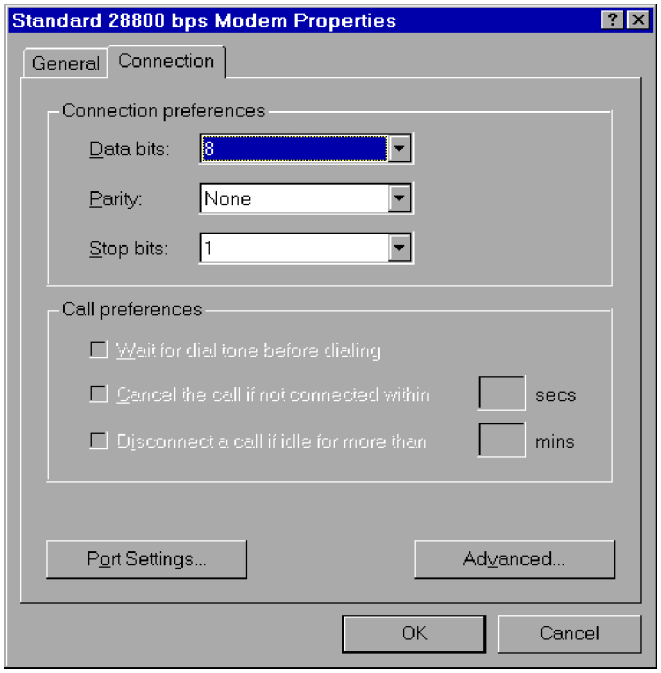
Päätelaitenopeus

Ominaisuudet (**Properties**) -painike, tuo näytölle kaksiosaisen ikkunan, joista oletuksena tulevaan ikkunaan asetetaan päätelaitenopeus (kenttä **Maximum speed**) ja tarvittaessa vaihdetaan valitun modeemin oletuksena oleva COM-portti. Suurin sallittu päätelaitenopeus löytyy modeemin käsikirjasta. Suuret päätelaitenopeudet (yli 38 400 bps) edellyttävät sarjaportilta UART-piiriä, jonka tyyppi on 16550.



Porttiasetukset

Valitsemalla ikkunan yläreunassa olevasta kahvasta Yhteys (**Connection**) tulee näytölle joukko yhteydenottoon liittyviä parametreja.

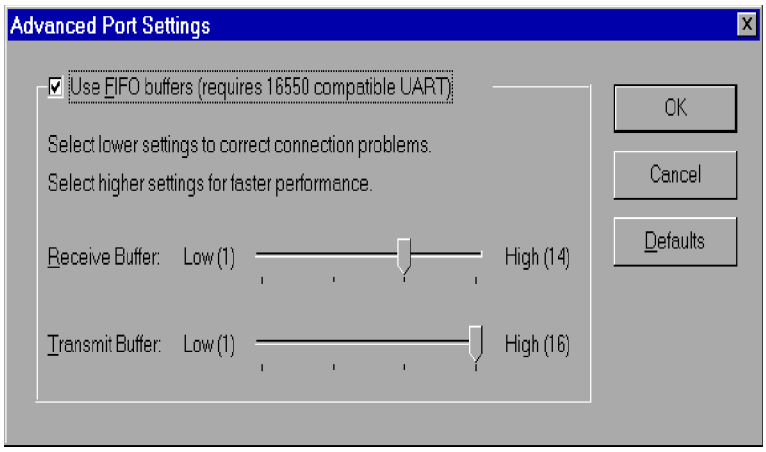


Ikkunan tärkeimmät parametrit ovat Databitit (**Data bits**), Pariteetti (**Parity**) ja Stop-bitit (**Stop-bits**). Tavallisesti oletuksena oleviin arvoihin (kuva) ei tarvitse koskea.

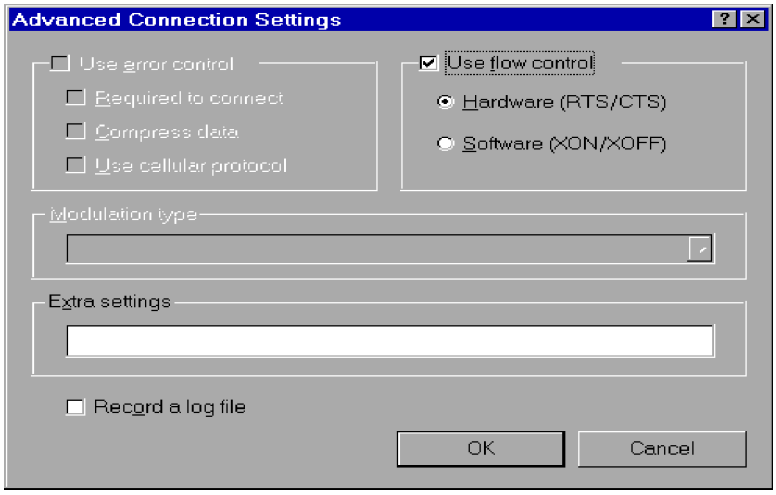
Porttiasetukset (**Port Settings**) -painikkeesta saadaan valintaikkuna, josta sarjaportin kautta kulkevan liikenteen toimintaa voi säätää laiteympäristöön sopivaksi.

Jos mikrossa on käytössä UART-piiri tyyppiä 16550 tulee ikkunan vasemman yläkulman kenttään sitä vastaava merkki. Kun merkki on päällä, on mahdollista säätää UART-piirin mahdollistamaa tulevan lähtevän datan puskurointia.

Oletusasetuksia ei normaalisti tarvitse muuttaa. Oletusasetukset saa valitsemalla Oletus **(Default)** -painikkeen.

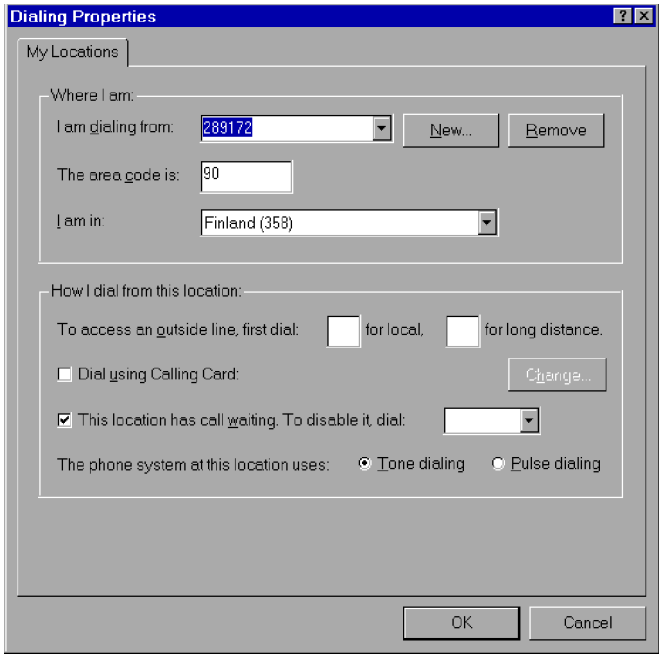


Lisäasetukset (**Advanced**) -painikkeesta näytölle tulee vuonohjaukseen (flow control) liittyviä asetuksia. Normaalisti näihin ei tarvitse koskea. Asetusten muuttaminen edellyttää myös vastapään järjestelmän tuntemusta yhteydenottomielessä.

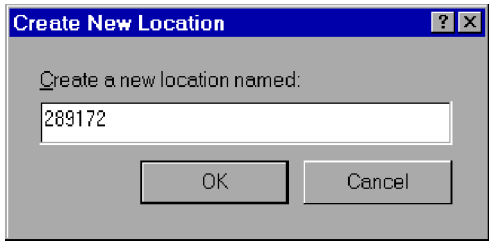


Soitto-ominaisuudet

Soitto-ominaisuudet valitaan Modeemien ominaisuudet (**Modem Properties**) -ikkunan Soitto-ominaisuudet (**Dialing Properties**) -painikkeesta käyttäjä saa ikkunan jossa hän voi asettaa omaa käyttöympäristöään vastaavat soittonumeroiden asetukset.



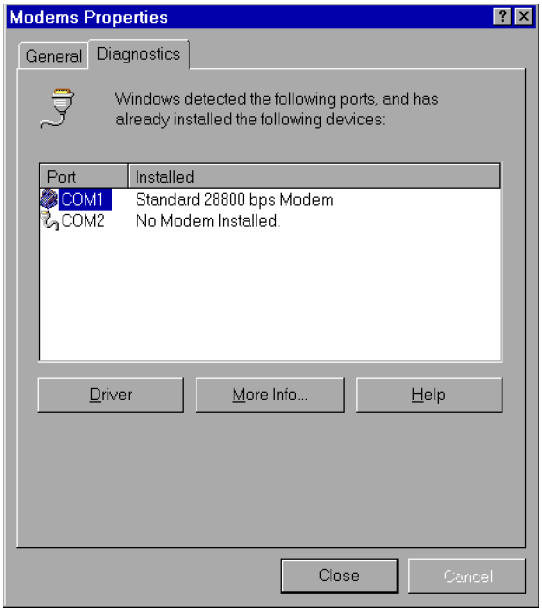
Ikkunan painikkeella Uusi (**New**) annetaan oma puhelinnumero ja painikkeella Poista (**Remove**) poistetaan soittonumero.



Oman puhelimen suuntanumero annetaan kenttään **The area code is:**. Soitettaessa puhelinvaihteen alanumerosta asetetaan kenttään **To access an outside line, first dial:** "0" ja jos vaihteen pitää vielä odottaa yleisen keskuksen vapaaääntä lisätään nollan jälkeen vielä "," eli "0,". Maavalinta kentässä **I am in:** on oletuksena **Finland (358)**. Yleisesti, suuntanumerot soitettaviin numeroihin annetaan pääteohjelmassa. Tässä annetut numeroasetukset vaikuttavat vain vastapään mahdolliseen soittajan tunnistukseen (Caller ID).

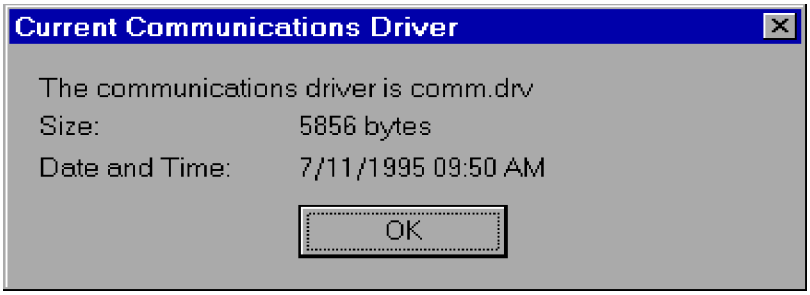
Diagnostiikka

Modeemin toiminnassa ja asetuksissa saattaa toisinaan tulla vaikeuksia ja silloin vikatilanteiden selvittämistä auttaa Modeemien ominaisuudet **(Modem Properties)** -ikkunan sivu Diagnostiikka **(Diagnostics)**.

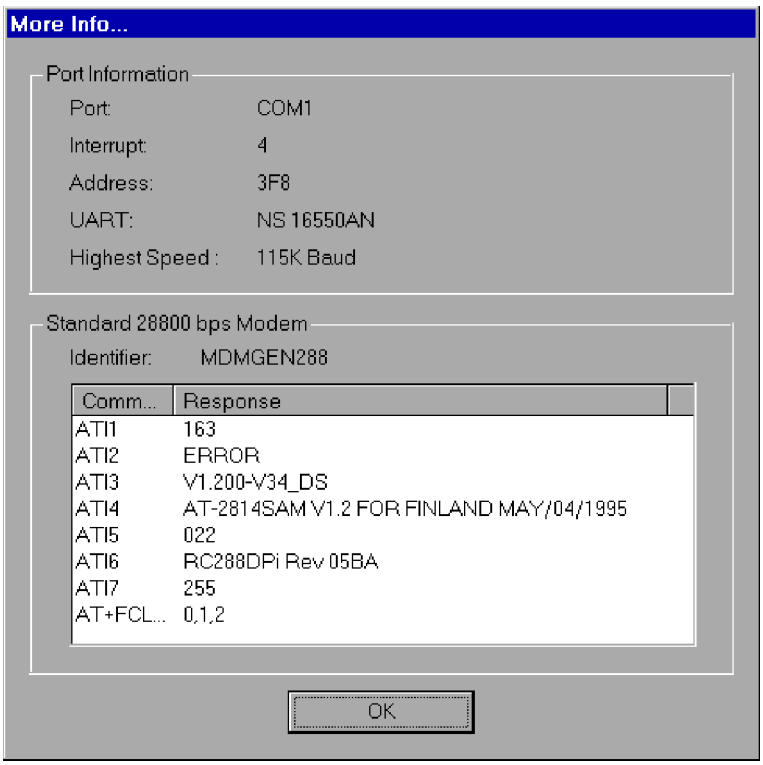


Napauta hiirellä kielekettä ja näytölle tulee ikkuna, josta näkyy asennetut modeemit. Valitse listasta hiirellä COM-portti jossa modeemisi on ja tämän jälkeen modeemin ympäristöön liittyviä tietoja saa Ajuri **(Driver)** ja Lisätieto.. **(More Info..)** -painikkeilla.

Ajuri **(Driver)** -painike näyttää Windowsin käyttämän sarjaporttiajurin nimen, koon tavuissa ja versiopäivämäärän.



Lisätiedot.. (**More Info..**) -painike näyttää modeemin käyttöympäristöstä monipuolista tietoa, joka auttaa ratkaisemaan useimmat käyttöympäristöön liittyvät laiteristiriitaongelmat.



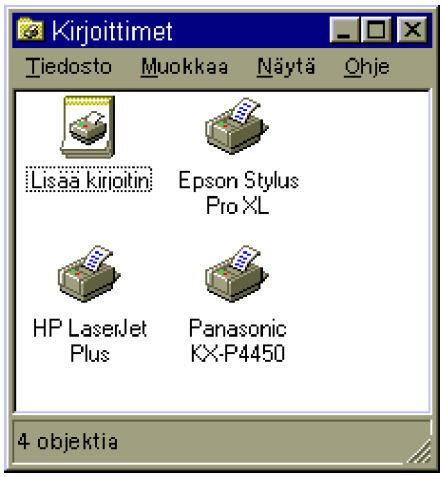
Kirjoittimet

Kirjoitinten tekniikka on parantunut myös huimasti viime vuosina. 600 dpi:n laserkirjoittimet ovat halventuneet jo alle 2000 markan hintaluokkaan. Värilliset mustesuihkukirjoittimet tekevät jo valokuvamaista jälkeä 2000 markan hintaluokassa. Tästä johtuen vanha kirjoitin joutaakin yhä useamman pöydältä pois uuden tullessa tilalle.

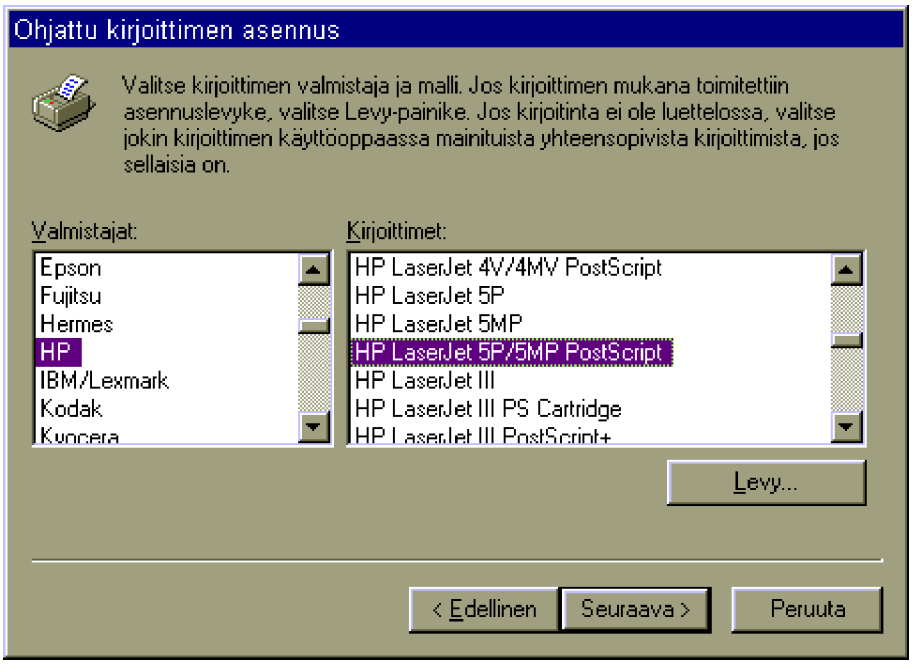
Seuraavana kerromme lyhyesti, miten kirjoitin asennetaan Windows 95:een.

Jos asennat Plug and Play -kirjoittimen, huomauttaa Windows 95 siitä mikron käynnistyksen yhteydessä. Voit valita haluatko asentaa Microsoftin tai laitevalmistajan tarjoaman laiteohjaimen. Valitse mieluummin laitevalmistaja, koska se on todennäköisesti uudempi. Lisäksi Windows 95:ssä ei ole laiteohjaimia kaikille uusille kirjoittimille, vaikka se sitä ehdottaakin.

Jos käytössäsi ei ole Plug and Play -kirjoitin tai haluat asentaa vain toisen laiteohjaimen jo olemassa olevalle kirjoittimelle, toimi seuraavasti. Kirjoittimen asennus Windows 95:ssä aloitetaan valitsemalla Kirjoittimet *(Printers)* -ryhmän Lisää kirjoitin *(Add Printer)* -ikoni. Kirjoittimet-ryhmä löytyy Käynnistä-painonapin Asetukset-kohdasta.



Asennus on ohjattua ja ensimmäisenä valitaan onko kyseessä paikallinen tai verkkokirjoitin. Seuraavana valitaan valmistaja ja kirjoittimen tyyppi.



Jos kirjoitinta ei ole listassa, käytetään kirjoittimen mukana tulevan levykkeen laiteohjainta. Jos levykkeellä on uudempi laiteohjain, käytä myös silloin sitä. Napauta tällöin Levy-painonappia ja lisää laiteohjain.

Uusi kirjoitin näkyy ikonina muiden kirjoitinikonien joukossa.

Kirjoittimien asetuksia voit muuttaa valitsemalla kirjoitinikoni ja alasveto-valikosta kohta Ominaisuudet.

Verkkokortti

Verkkokortin asentaminen tapahtuu samalla periaatteella kuin minkä tahansa lisäkortin asentaminen:

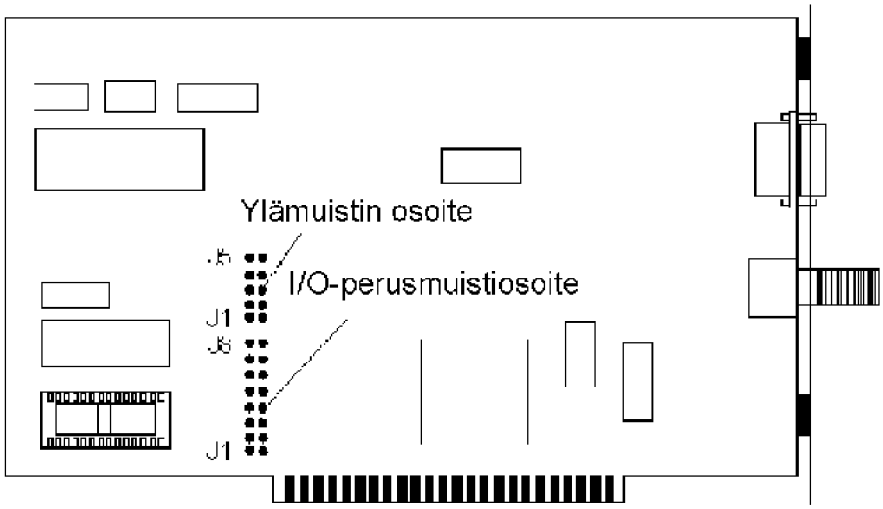
- Huomioi kortin asetukset: I/O-osoite, keskeytys ja mahdollinen ylämuistialue
- Älä sekoita ohjaussauvan (Game Adapter, Joystick) liitäntää AUI-liitäntään!
- Älä sekoita Token Ring-verkkokortin 9-napaista liitäntää EGA-näytön liitäntään (jos sellainen jostakin vielä löytyy)
- Muista valita käytettävä verkkoliitäntä (esimerkiksi Combo-korteissa voi olla käytettävissä BNC-, AUI- ja RJ-45-liitännät)
- Kytke ja käytä (Plug and Play) -mikroissa voit joutua kytkemään tämän tekniikan pois käytöstä, jos verkkokortti ei suostu toimimaan.

Verkkokortin fyysisen asennuksen jälkeen on sen aasetukset vielä tehtävä. Ne voidaan asettaa vanhemmissa korteissa jumpperien avulla tai uudemmissa korteissa ohjelmallisesti.

Ohjelmallisen asetusten muuton etuna on se, että mikron koteloa ei tarvitse avata asetuksia muutettaessa.

Asentaminen kytkimillä

Esimerkkinä manuaalisesti siltauksien avulla asennettavasta verkkokortista tarkastellaan 3Com EtherLink II -verkkokorttia (3C503).



Kuva: 3Com EtherLink II.

Asennus/diagnostiikkaohjelma käynnistetään kortin mukana tulevalta levykkeeltä komennolla **3C503**. Samalla ohjelmalla voidaan testata 8-bittinen EtherLink II ja 16-bittinen EtherLink II/16. Käynnistettyäsi ohjelman voit valita päävalikosta, mitä haluat tehdä:

```
6 3Com EtherLink II & II/16 Diagnostics 44444447
5  Diagnostic Tests                          5
5  Echo Server Setup                         5
5  Exit                                      5
9444444444444444444444444444444444444444444448
```

Valitaan ensin Diagnostic Tests. Valinnat ovat tällöin seuraavat:

```
+ 3Com EtherLink II & II/16 Diagnostics )))))))),
* 6 Diagnostic Tests 444444444444444444444444444447
* 5  Group 1:  Internal Testing of Adapter         5
* 5  Group 2:  Network Testing of Adapter          5
.)5  Group 3:  Echo User Testing of Adapter        5
  9444444444444444444444444444444444444444444448
```

Valitaan ensin kortin sisäisen toimivuuden testaaminen eli Internal Testing of Adapter. Tällöin tutkitaan siltauksilla tehdyt kortin asetukset ja kysytään haluatko muuttaa niitä:

```
6 Verify Test Values for Internal Tests 4444444444444444444447
5                                                             5
5   Adapter Hardware Configuration:                           5
5                  Ethernet Address  02 60 8C 4A 2B FC        5
5           I/O Base Address Jumper  310                      5
5         Memory Base Address Jumper  DISABLED                5
5                                                             5
5)))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))5
5                                                             5
5   Software selectable settings are as follows:              5
5                                                             5
5        Interrupt Level     =    3                           5
5        DMA Channel         =    1                           5
5        Transceiver Type    =    ON-BOARD                    5
5                                                             5
5   Do you wish to use these software settings? (Y/N)    Y    5
5                                                          644444444447
944444444444444444444444444444444444444444444444444444445 >Yes     5
                                                           5  No      5
                                                           944444444448
```

Huomaa, että keskeiset asetukset ovat seuraavat:

- Keskeytystaso (Interrupt Level, IRQ): 3
- DMA kanava (DMA Channel): 1
- Transceiverin tyyppi (Transceiver Type): ON-BOARD eli kortilla

Jos vastataan NO eli halutaan muuttaa asetuksia, muutettavat asetukset kysytään yksi kerrallaan:

```
6 Change Test Values for Internal Tests 44444444444444447
5                                                        5
5   Enter new software settings:                         5
5                                                        5
5        Interrupt Level     =    3                      5
5        DMA Channel         =    1  6444447             5
5        Transceiver Type    =    ON-5  2  5             5
5                                    5 >3  5             5
944444444444444444444444444444444445  4  544444444444448
                                     5  5  5
                                     9444448
```

Muuten ajetaan diagnostiikka. Jos testi osoitti, ettei kortissa ollut mitään vikaa, niin saat ilmoituksen:

```
6 Message 444444444444444444444444444444444444444444444444444447
5                                                                 5
5    Congratulations!  Your EtherLink II passed                   5
5    all internal tests with flying colors.                       5
5                                                                 5
5    If you connect the adapter to a network or                    5

5    to a loopback plug (for BNC connector), you                  5
5    can run the "Group 2" tests.                                 5
5                                                                 5
5 Press any key to continue                                       5
9444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Jos liität kortin BNC-liittimeen BNC-T-kappaleen ja päätevastukset tai verkkokaapelin, voit testata kortin toiminnan verkkokäytössä (Group 2: Network Testing of Adapter). Jos kortti toimii oikein, saat ilmoituksen:

```
6 Message 4444444444444444444444444444444444444444444444444444444447
5    Congratulations!  Your EtherLink II passed                     5
5    all internal and network tests with flying colors.             5
5                                                                   5
5    If you connect the adapter to a network on which               5
5    an Echo Server has been set up, you can run the                5
5    "Group 3" tests.                                               5
5                                                                   5
5 Press any key to continue                                         5
9444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Lisäksi voit testata verkkokortin toiminnan verkon kautta mikroon, jossa verkkokortissa on käynnistetty "Echo Server"-toiminto. Echo Server käynnistetään päävalikosta Echo Server SetUp-valinnalla:

```
6 3Com EtherLink II & II/16 Diagnostics 44444447
5  Diagnostic Tests                          5
5  Echo Server Setup                         5
5  Exit                                      5
9444444444444444444444444444444444444444444448
```

Kun Echo Server on käynnistetty, saat ilmoituksen:

```
6 Message 444444444444444444444444444444444444444444444444444447
5                                                                 5
5   Echo Server in progress.                                      5
5                                                                 5
5  This computer is setup as an Echo Server                       5
5  which may be used for testing network adapter boards           5
5  in other computers on this network.                            5
5                                                                 5
5  Press Esc to terminate the Echo Server and return to Main Menu 5
9444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Tämän jälkeen voit toisessa mikrossa käynnistää verkkokortin testauksen Echo Serveriin (Echo User Testing of Adapter):

```
+ 3Com EtherLink II & II/16 Diagnostics ))))))),
* 6 Diagnostic Tests 44444444444444444444444444447
* 5  Group 1:  Internal Testing of Adapter         5
* 5  Group 2:  Network Testing of Adapter          5
.)5  Group 3:  Echo User Testing of Adapter        5
  9444444444444444444444444444444444444444444448
```

Testaus käynnistyy kortin piirien, transceiverin ja Echo Serverin testauksella.

```
6 Message 444444444444444444444444444444444444444444444447
5                                                          5
5 Group 3 Diagnostic tests are in progress.                5
5                                                          5
5 Program is checking adapter's:                           5
5    o  circuitry                                           5

5    o  transceiver                                        5
5    o  ability to transmit to and receive from an Echo Server  5
94444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Ohjelmallinen asennus

Esimerkkinä ohjelmallisesti asennettavasta verkkokortista tarkastelemme 3Com EtherLink 3 -verkkokorttia (3C509). Asennus/diagnostiikkaohjelma käynnistetään kortin mukana tulevalta levykkeeltä komennolla **3C509**. Tällöin verkkokortin ohjainta EI saa ladata mikron CONFIG.SYS:issä. Ohjaimen rivi DEVICE= voidaan joko kommentoida CONFIG.SYS:issä tai voidaan käyttää erillistä käynnistyslevykettä, jolloin CONFIG.SYS:iin ei tarvitse koskea. Käytettäessä MS-DOS 6.x:tta voidaan mikron käynnistyessä painaa **F5** tai **SHIFT**, jolloin ohitetaan CONFIG.SYS ja AUTOEXEC.BAT.

Asennusohjelman päävalikko:

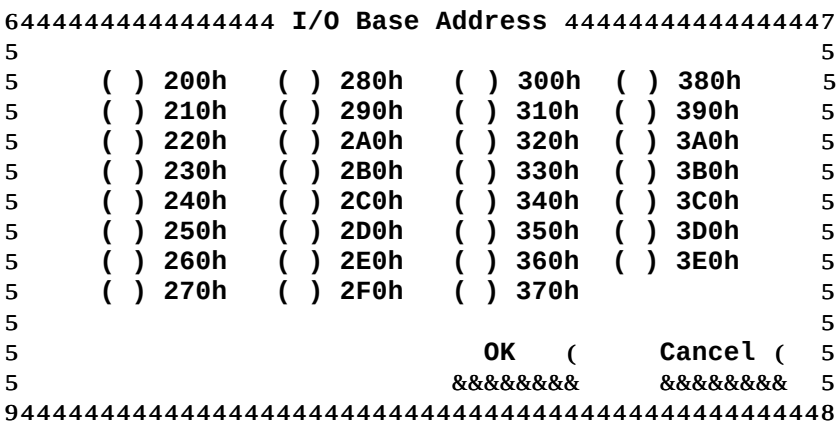
```
64444444444444 Diagnostic and Configuration Program  Version 1.0d 44444444444447
5  Quit   Install  Test   View   Select                                *F1=Help5
5                       +))))))))))))))))))))))))))))),                          5
5                       * Adapter Information... (F8) *                         5
5                       *))))))))))))))))))))))))))))))*                         5
5                       * Adapter Statistics...  (F9) *                         5
5                       .))))))))))))))))))))))))))))))-                         5
5                                                                               5
5    +))))))))))))))))))))))))) Selected Adapter ))))))))))))))))))))))))),    5
5    *                                                                    *    5
5    *             3Com 3C509: Ethernet Address = 00608C29A1FF            *    5
5    *                  EtherLink III 16-bit ISA Adapter                  *    5
5    *                                                                    *    5
5    .))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))-    5
94444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Install-valikon Configure Adapter -valinnalla voidaan asentaa kortin asetukset:

```
                         Adapter Configuration
    +))))))))))))))))) 3C509 Adapter Configuration ))))))))))))))))))),
    *▸I/0 Base Address              300h                              *
    * Interrupt Request Level       10                                *
    * Boot PROM                     Disabled                          *
    * Transceiver Type              On-board Coax (BNC)               *
    * Network Driver Optimization   DOS Client                        *
    * Maximum Modem Speed           9600 Baud                         *
    *                                                                 *
    .))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))-

   Auto Configure (   Modify (   File Options... (     OK   (   Cancel (
```

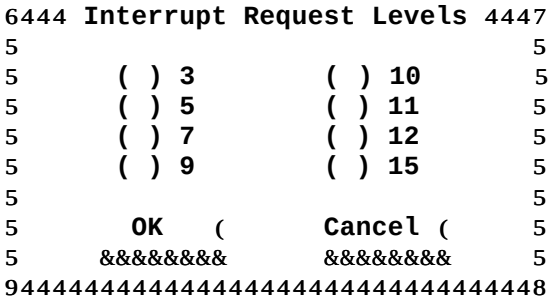
Valitsemalla Auto Configure asennus suoritetaan automaattisesti. Jos haluat vaikuttaa asennukseen ja verkkokortin asetuksiin, valitse Modify. Tällöin voit osoittaa mitä asetusta haluat muuttaa painamalla **ENTER** halutun asetuksen päällä.

I/O Base Address (perusmuistin osoite)-asetuksen eri valinnat ovat seuraavat:



Asetus määrittelee, mihin kohtaan mikron I/O-osoitealueella verkkokortti asettuu. Kortti käyttää 16 tavua I/O-alueelta ja aloituskohta on I/O Base Address. Tarkista, ettei mikään muu kortti käytä kyseistä aluetta.

Interrupt Request Levels määrittelee keskeytyksen:



Keskeytystason avulla kortti keskustelee mikron kanssa. Tarkista, ettei mikään muu kortti käytä kyseistä keskeytystä.

Boot PROM -asetuksella voidaan määritellä mikro käynnistymään verkon kautta siten, että paikallista kiintolevyä tai levykettä ei käytetä. Asetuksella Disabled määritellään, ettei Boot PROM -ominaisuutta käytetä.

```
6444444444444444444 Boot PROM 44444444444444444447
5                                                  5
5    6444 Size 44447      +)) Base Address )),     5
5    5  Disabled   5      * C8000h            ↑     5
5    5  8 KBytes   5      * CA000h            !     5
5    5 16 KBytes   5      * CC000h            !     5
5    5 32 KBytes   5      * CE000h            !     5
5    5             5      *▸D0000h                  5
5    944444444444448      * D2000h            !     5
5                         * D4000h            !     5
5                         * D6000h            ↓     5
5                         .)))))))))))))))))-      5
5                                                  5
5                          OK   (     Cancel (     5
5                        &&&&&&&&     &&&&&&&&     5
94444444444444444444444444444444444444444444444448
```

Jos Boot PROM:ia käytetään, pitää määritellä mihin kohtaan mikron muistissa Boot PROM asettuu ja mikä sen koko on.

Transceiver Type määrittelee käytettävän transceiverin tyypin sekä millaista kaapelia käytetään.

```
64444444444 Transceiver Type 44444444447
5                                       5
5    ( ) On-board Coax (BNC)            5
5    ( ) External (AUI/DIX)             5
5                                       5
5               OK   (     Cancel (     5
5             &&&&&&&&     &&&&&&&&     5
94444444444444444444444444444444444444448
```

Jos käytät koaksiaalikaapelia (BNC-liitintä) tai parikaapelia (RJ-45-liitin), käytä kortilla olevaa transceiveria (On-board). Jos käytät paksua koaksiaalikaapelia (paksu Ethernet) eli käytät AUI-liitintä, käytät ulkoista transceiveria (External).

```
64444444 Network Driver Optimization 444444447
5                                             5
5     Optimize the network driver for a:      5
5                                             5
5         ( ) DOS Client                      5
5         ( ) Windows or OS/2 Client          5
5         ( ) Server                          5
5                                             5
5                   OK   (     Cancel (       5
5                 &&&&&&&&     &&&&&&&&       5
9444444444444444444444444444444444444444448
```

Verkkokortin asetuksia voidaan tehostaa eri tavoin riippuen siitä missä ympäristössä sitä käytetään. Valinnalla **Optimize the network driver** voidaan määritellä missä käytössä verkkokortti on ja siten optimoida sen toimintaa a.o. ympäristössä.

```
644444444444 Maximum Modem Speed 444444444447
5                                             5
5    ( ) No Modem       ( ) 9600 Baud       5
5    ( ) 1200 Baud      ( ) 19,200 Baud     5
5    ( ) 2400 Baud      ( ) 38,400 Baud     5
5                                             5
5                                             5
5                  OK   (      Cancel (      5
5                &&&&&&&&     &&&&&&&&      5
94444444444444444444444444444444444444444448
```

Modeemin määrittelyn tarkoitus on kertoa verkkokortille miten pitkäksi aikaa se voi jättää sarjaportin keskeytyksien käsittelyn huomioimatta. Hitaammilla mikroilla asetus **2400, 1200** tai **No Modem** voi nopeuttaa verkkotoimintoja.

Testin suoritus antaa ilmoituksen **Completed Successfully**, jos testauksessa verkkokortin eri toiminnot toimivat virheettömästi:

```
                                Run
                3Com 3C509: Ethernet Address = 00608C29A1FF
+))))))))))))))))))))))))))))) Test Results ))))))))))))))))))))))))))))))
* Group 1 Tests                        Repetitions Completed    Results
*▸ Register Access Test                        10               Passed
*  EEPROM Vital Data Test                      10               Passed
*  EEPROM Configurable Data Test               10               Passed
*  FIFO Built-in Self-test                     10               Passed
*  FIFO Loopback Test                          10               Passed
*  Interrupt Test                              10               Passed
*  Ethernet Core Loopback Test                 10               Passed
*  Encoder/Decoder Loopback Test               10               Passed
.))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))))
  Completed Successfully                  Pass         10 of 10
```

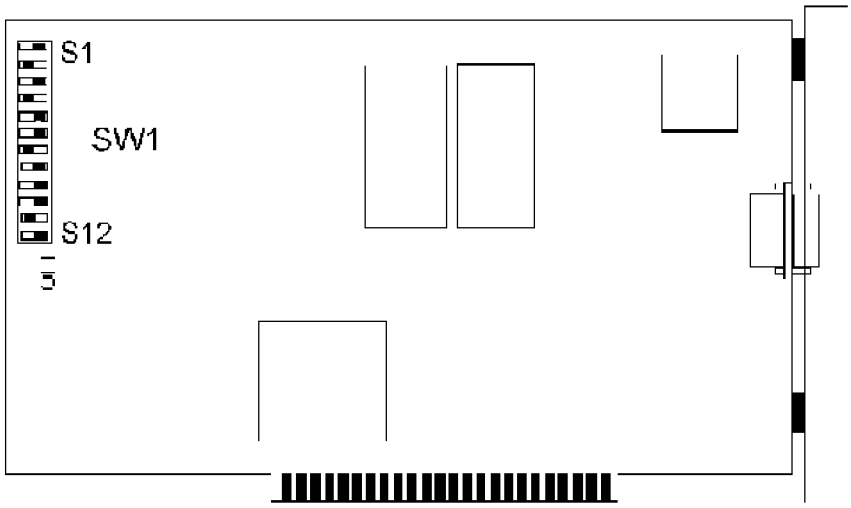
```
                3Com 3C509: Ethernet Address = 00608C29A1FF
644444444444444444444444 Adapter Information 4444444444444444444444447
5Ethernet address:                    00608C29A1FF                      ↑
5Adapter type:                        coax
5Date of manufacture:                 11/15/92                          !
5Division code:                       6                                 !
5Product code:                        AR                                !
5ASIC revision:                       1                                 !
5Software compatibility failure level:  0                               !
5Software compatibility warning level:  0                               !
5I/O base address:                    300H                              !
5Interrupt request level:             10                                !
5Boot PROM size:                      disabled                          !
5Transceiver type:                    on-board coax                     ↓
```

9444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444444448

Tarkemmalla tasolla tietoja verkkokortista saadaan valinnalla View/Adapter Information.

Token Ring

Seuraavana on IBM Token Ring -verkkokortin asetukset.



Kuva: IBM Token Ring 16/4Mbs.

IBM Token Ring 16/4Mbs-verkkokortin asennusvaihtoehdot:

Interrupt Request Line (IRQ)

SW1		**S7**	**S8**
IRQ2	ON	ON	
IRQ3	ON	OFF	
IRQ6	OFF	ON	
IRQ7	OFF	OFF	

Base I/O Address

SW1		**S9**
0A20h	ON	

0A24h OFF

Base Memory Address

	SW1					
	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**
C000h	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
C200h	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF
C400h	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON
C600h	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
C800h	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
CA00h	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF
CC00h	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON
CE00h	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
D000h	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON
D200h	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF
D400h	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
D600h	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
D800h	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON
DA00h	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
DC00h	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
DE00h	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF

Päivittäjän 12 käskyä

1) Varmista uusien osien sopivuus käytettävään laitteistoon.

2) Varmista hankittujen komponenttien takuu ja palautusoikeus myös siinä tilanteessa, että uusi osa tai osat eivät toimi yhdessä tai vanhojen komponenttien yhteydessä.

3) Tutustu käsikirjoihin.

4) Ennen kuin aloitat päivittämisen, ota mikron SetUp-tiedot muistiin paperille joko käsin tai Print Screen -näppäimellä. Saat ne esille myös mm. PCTools- ja Norton-apuohjelmien SYSINFO/SI-ohjelmilla.

5) Katkaise virta mikrosta ja kaikista oheislaitteista ja irroita virtajohdot sekä mikron liitännöistä lähtevät kaapelit. Merkitse kaapelit, elleivät ne ole yksiselitteisiä.

6) Ota ylös kaikkien lisäkorttien paikat lisäkorttiväylällä. Merkitse myös niihin liitetyt kaapelit ja kaapelien asento.

7) Merkitse vanhojen lisäkorttien mikrokytkinten ja hyppylankojen asennot, sillä kortteja käsiteltäessä ne voivat vahingossa muuttua.

8) Merkitse emolevyltä lähtevien kaapelien paikat ja asennot.

9) Sijoita irroitetut ruuvit omiin ryhmiinsä ja merkitse ne selvästi.

10) Suojamaadoita itsesi esimerkiksi kiepauttamalla rautalanka ranteeseen ja liittämällä se vesikeskuslämmityksen patteriin (paljaaseen metallipintaan). Usein kotelon virtalähteeseen koskettaminen riittää purkamaan sähkövaraukset.

11) Ole huolellinen, älä hätäile.

12) Kysy neuvoja muilta.

18. Asennukset

19. ONGELMIA ESTÄVÄ YLLÄPITO

Mikrotietokoneiden kohdalla huoltoja tehdään yleensä vasta, kun jokin osa menee rikki. Kuitenkin esimerkiksi autoissa tehdään monenlaisia huoltoja ja tarkistuksia säännöllisesti, jolloin estetään useiden ongelmien ja vioittumisten synty. Myös mikroissa voidaan tietynlaisilla toimenpiteillä estää vikatilanteita ja pidentää laitteiden elinikiä.

Tässä luvussa käsitellään erilaisia laitteiston tarkastusmahdollisuuksia ja käsittelytapoja, joilla vioittumisriski saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä. Luvussa on runsaasti myös näihin asioihin liittyvää tietoa, josta on hyötyä laitteiden valinnassa ja turvallisessa käytössä. Muista myös tiedostojen varmuuskopiot laitehuollon lisäksi.

Lämpötila

Mikrotietokoneen piirien kuluttamasta energiasta suuri osa muuttuu lämmöksi. Mitä enemmän kotelon sisällä on lämpöä, sitä herkemmin piiritkin vioittuvat. Myös niiden elinikä laskee.

Lämpöä ohjataan tärkeistä piireistä ja kotelon sisältä pois eri tavoilla. Pentium ja sitä uudempien prosessoreiden päällä on oltava jäähdytyslevy tai mieluummin tuuletin. On syytä tarkastaa säännöllisin väliajoin tuulettimen toiminta. Jos tuuletin sammuu, saattaa prosessori vaurioitua pysyvästi.

Virtalähteessä oleva tuuletin on niin ikään tärkeä. Tuuletin on muuten samalla se kovaäänisin laiteosa koko mikrossa. Uudet hyvät tuulettimet ovat hiljaisempia kuin vanhemmat.

Tuulettimen tehtävänä on siirtää muuntajassa syntyvä lämpö pois kotelosta. Samalla tuuletin imee kotelon sisällä olevaa lämmintä ilmaa pois. Jos tuuletin sammuu, saattaa emolevyn komponenttien lisäksi jopa kiintolevyt vaurioitua.

Itse mikroakin on hyvä pitää mahdollisimman viileässä tilassa. Jos mikroon tuleva korvausilma on kuumaa, ei tuulettimet ja jäähdytyslevyt kovin paljoa auta. Huonoin mikron sijoituspaikka on pieni tuulettamaton huone. On syytä varmistua myös siitä, että mikroa ei sijoiteta aivan seinään kiinni. Jos tuulettimen takana ei ole riittävästi tyhjää tilaa, ei tuuletin toimi kunnolla ja lämpötila nousee mikron sisällä.

Eniten lämpöä tuottavat mikron osat (eivät lämmöntuottojärjestyksessä) ovat

- Prosessori
- Näytönohjaimen prosessori
- Muistipiirit
- Kiintolevy
- CD-ROM-asema
- Levykeasema

Pöly

Pölyä on joka puolella ja tuuletin vetää sitä mikron kotelon sisään, jonne se jää. Pitkään avaamattomissa mikroissa pölyä saattaa olla jopa niin paljon, että se muodostaa tasaisen paksun kerroksen emolevyllä. On enää tuurista kiinni, milloin pöly aiheuttaa oikosulun ja vaurioittaa jonkin osan. Lisäksi pöly huonontaa ilmanvaihtoa piireiltä. Piirit toimivat helposti liian kuumina ja saattavat vaurioitua.

Mikron kotelo kannattaa puhdistaa käyttämällä pienissä suihkepulloissa olevaa paineilmaa. Toinen vaihtoehto on vaikka puhaltaa pölyt pois. Käytät kumpaa tapaa tahansa, vie mikro ensin ulos ja tee puhdistus siellä. Muutoin koko huoneesi on paksun pölyn peitossa.

Piirilevyjen lisäksi runsaasti pölyä keräävä kohta on virtalähteen tuuletusreiät. Virtalähteen tuuletin imee ilmaa lävitseen ja suuri osa pölystä jää näiden reikien reunoihin. Ajan mittaan reiätkin umpeutuvat ja estävät virtalähteen kunnollisen tuuletuksen. Seurauksena on virtalähteen kuumeneminen ja mahdollinen vaurioituminen.

Levykeasema on paljon pölyä keräävä laite ja se vioittuu siitä myös melko helposti. Puhdista levykeasema myös paineilmalla säännöllisesti. Pölyn ja kulumisen aiheuttamien vikojen havaitsemisesta on kerrottu luvussa Apumuistit/Levykeasemat.

Magnetismi

Magneetteja on perinteisesti pidetty tietokoneiden, varsinkin levykkeiden, vihollisena numero 1.

Tieto on tallennettu levykkeille magneettisella tavalla, joten voimakas magneettihan muuttaa tietojärjestystä . Käytännössä tavallisen kodin tai toimiston magneetit eivät poista levyltä tietoja, joten syytä katastrofiin ei ole. On syytä kuitenkin varoa kaikkia magneettisia laitteita, sillä tietojen tuhoutumisen mahdollisuus on olemassa. Kun hieman käyttää viitseliäisyyttä siitä, miten levykkeitä säilyttää, ei levykkeiden tiedot ainakaan välinpitämättömyydestä häviä.

Seuraavat magneettiset laitteet saattavat vaurioittaa levykkeitä:

- Kaiutin
- Näyttö/TV
- Magneettinen paperiliittimien pidin
- Magneettinen ruuvimeisseli

Myös kiintolevyissä tiedot on magneettisina, mutta kiintolevyt sijaitsevat kotelon sisällä, joten pöydällä kauempana olevat esineet eivät vaikuta niihin. Siksi yleensä puhutaan vain levykkeiden tietojen vaarasta.

Lentokentällä olevat metallinpaljastajat ja röntgensäteillä tutkittavat laukkuhihnat ovat vaarattomia levykkeille. Monessa paikkaa on ilmoituskin, että levykkeet voidaan kuljettaa hihnan kautta ilman vaurioitumisriskiä. Näisä laitteissa käytettävät säteet ovat niin heikkoja, että ne eivät muuta levykkeen magneettisuutta.

Staattinen sähkövaraus

Staattinen sähkövaraus *(ESD, Electrostatic Discharge)* syntyy, kun kaksi materiaalia hankautuu keskenään tai ne erotetaan toisistaan. Sähköpurkausten jännitemäärät vaihtelevat ja ne voivat olla muutamista volteista jopa kymmeniin tuhansiin voltteihin. Kun esimerkiksi staattisesti varautuneella kädellä kosketaan johonkin esineeseen, purkautuu jännite silmänräpäyksessä. Joskus saattaa kuulua pieni napsahdusäänikin. Tällöin varausjännite on yli 1 600 V, joka on ilman läpilyöntijännitteen raja.

Ihmisessä olevat staattiset sähkövaraukset ovat melko pieniä energiamäärältään, mutta jännite on suuri ja purkautumisaika lyhyt. Herkät komponentit, esimerkiksi prosessorit, saattavat tuhoutua välittömästi. Mitä pidemmälle kehittyneitä piiriä käsitellään, sitä pienemmistä jännitteistä ne saattavat vaurioitua.

Mikrossa olevia piirilevyjä käsiteltäessä on syytä huomioida, että virta ei saa koskaan olla päällä. Tämän lisäksi on syytä huomioida vielä staattisten sähköpurkaustenkin mahdollisuus vioittaa komponentteja. Komponentit eivät vioitu aina heti purkauksen jälkeen, vaan vika saattaa ilmaantua vasta pitkän ajan kuluttua. Tämä johtuu siitä, että sähköpurkaus heikentää komponentteja. Herkimmin vaurioituvat komponentit ovat CMOS-kondensaattorit.

Melko harvoin komponentit vaurioituvat tällä tavoin, mutta kun se tapahtuu, on syytä ajatella johtuiko rikkoontuminen omasta piittaamattomuudesta. Staattisen sähköpurkauksen uhkan minimoiminen ei juuri vaadi ylimääräistä aikaa.

Suojautuminen

Juuri staattisten sähköpurkausten takia kuljetettavat piirilevyt pakataan aina metalloituihin suojapusseihin. Mahdollinen purkaus ei pääse pussin sisälle aiheuttamaan vauriota. Pussien suojauskyky vaihtelee hyvinkin paljon, eivätkä ne ole aivan ehdottomia suojia. Ne ovat kuitenkin paljon parempia kuin laitteiden kuljetus ilman suojaa. Anna laitteiden olla pusseissa siihen asti, kunnes laitteen asentaminen alkaa. Käytettyä pussia ei kannata käyttää enää, koska sen metallipinta on todennäköisesti vaurioitunut, kun laite on otettu pussista. Rypistynyt pussi varsinkin on jo käyttökelvoton.

Käsiteltäessä mikron piirilevyjä on suositeltavaa koskettaa ensimmäisenä johonkin kohtaan mikron metallikuorta, jos mikro on kytketty maadoitettuun pistorasiaan. Toinen tapa on koskettaa kädellä lämpöpatterin paljaaseen metalliin. Yleensä mahdollinen varaus purkautuu silloin. Järkevintä on käyttää koko asennuksen ajan antistaattista ranneketta. Rannekkeesta lähtevä johto kytketään johonkin maadoitettuun metallikohteeseen.

Lattialla olevan mattomateriaalin valinta vaikuttaa huomattavasti staattisten sähköpurkausten syntyyn. Muovimaiset ja karvamaiset matot synnyttävät runsaasti staattista sähköä. Puolijohtava lattiamatto, joka saattaa olla vielä maadoitettu, on paras vaihtoehto. Yleisesti kaikki puolijohtavat materiaalit ovat paras valinta. Näitä kannattaa käyttää maton lisäksi myös tuoleissa ja pöytätableteissa.

Mitä suurempi ilman kosteus on, sitä vähemmän staattista sähköä syntyy. Hyvin kuivassa ilmassa tuntee oikein 'tukan nousevan pystyyn'.

On suositeltavaa kytkeä mikro maadoitettuun pistorasiaan, joka vähentää staattisen sähkön syntyä merkittävästi. Tällöin mikro aiheuttaa myös vähemmän häiriösäteilyä, josta kärsivät muun muassa radiot. Mikron kotelo toimii Faradayn häkkinä estäen säteilyn leviämisen.

Lisäksi virtalähdevian ilmetessä maadoitettuun pistorasiaan kytketystä mikrosta palaa vain sulake. Maadoittamattomaan pistorasiaan kytketyssä mikrossa saattaa verkkojännite kulkeutua mikron koteloon.

Radiotaajuushäiriöt

Radiotaajuushäiriöitä *(RFI, Radio Frequency Interference)* ovat yli 10 kHz taajuiset säteilyt. Säteilyä lähettävät nopeat mikropiirit, johdottomat puhelimet, radioasemat ja moottorit.

Jos säteily on riittävän voimakasta, saattaa esimerkiksi mikron käytössä tulla ongelmia. Epäsäännölliset jumiutumiset voivat olla tästä seurauksena.

Koska tietokoneetkin lähettävät RFI-säteilyä, on niille määritelty kaksi standardia, joissa määriteltyjä raja-arvoja ei saa ylittää. FCC *(Federal Communication Commission)* on määritellyt seuraavat luokat:

- Class A -luokitus määrittää peruskäytön rajat eli mikrot teollisuus-, kauppa- ja toimistokäyttöön.

- Class B -luokitus on tiukempi eli tällä merkinnällä olevat laitteet tuottavat vähemmän RFI-häiriöitä. Kotikäytössä voidaan käyttää vain Class B -luokituksen laitteita. Class B -laitteita voidaan toki käyttää, kun rajana on Class A -luokitus.

Seuraavassa taulukossa on näiden luokitusten raja-arvot.

Class A ja Class B raja-arvot		
	Class A	**Class B**
Mittausetäisyys (m)	10	3
Johtava säteily (MHz)	**Suurin signaalitaso (mv)**	
0,45 - 1,705	1 000	250
1,705 - 30,0	3 000	250
Ympärille säteily (MHz)	**Suurin kentän voimakkuus (µv/m)**	
30 - 88	90	100
88 - 216	150	150
217 - 960	210	200
960 >	300	500

Johtava säteily tarkoittaa virtakaapeliin kulkeutuvaa säteilyä ja ympärille säteily tarkoittaa mikrosta ympärilleen, ilmaan tapahtuvaa säteilyä.

Lähes kaikki mikronvalmistajat tekevät laitteensa vastaamaan Class B

-luokitusta, jolloin ne soveltuvat suoraan kaikenlaisiin ympäristöihin.

Verkkovirta

Sähkökatkon aikana menetetään välittömästi kaikki tallentamattomat työt. Lisäksi käyttöjärjestelmän ja ohjelmiston tiedostot saattavat vioittua, eikä mikro toimi normaalisti ennen ohjelmien uudelleenasennusta. Näiltä ongelmilta voidaan välttyä SPS- tai UPS-laitteiden avulla. Verkkovirrassa joskus ilmaantuvat jännitepiikit saattavat aiheuttaa jopa laiteosien rikkoontumisia.

Näistä suojaavista laitteista kerrotaan tarkemmin luvussa Oheislaitteet/Virransuojauslaitteet.

Virransäästö

Vaikka mikrojen ja oheislaitteiden virrankulutukset ovat pienentyneet, on virransäästäminen kohonnut yhä merkittävämmäksi asiaksi. Kun mikroja ei käytetä, ne yleensä jätetään päälle, ainakin esimerkiksi ruokataukojen ajaksi. Tällöin virtaa kuluu tarpeettomasti. Jos mikro sammutetaan puolen tunnin takia, kuluu käynnistykseen turhaa aikaa, eikä sekään ole järkevää.

Erilaiset automaattiset virransäästötilat ovat paras ratkaisu. Seuraavana esitellään pari esimerkkiä:

- 15 minuutin mikron käyttämättömyyden jälkeen näyttö sammuu vähemmän virtaa kuluttavaan tilaan. Virrankulutus putoaa 120 watista 25 wattiin. 10 minuuttia myöhemmin siirrytään seuraavaan tilaan, jossa virrankulutus on enää 8 wattia. Esimerkiksi hiirtä liikuttamalla näyttö palautuu sitten takaisin normaalitilaan.

- Kun kiintolevyä ei ole käytetty 20 minuuttiin, se sammutetaan automaattisesti. Virtaa ei tänä aikana kulu kiintolevyn osalta. Kun kiintolevyä jälleen tarvitaan, se käynnistyy myös automaattisesti.

Kun laitteet tai laiteosat ovat pois päältä, säästyy sähkövirtaa. Ainoa pieni haittatekijä on laitteiden käynnistymiseen kuluva aika. Käynnistyminen kestää usein vain muutamia sekunteja, mutta se saattaa hidastaa ärsyttä-

västi mikron käyttöä.

Tämän takia on useita erilaisia virransäästötiloja, jotka kuluttavat eri määriä virtaa ja siten myös säästötilasta palautumisaika vaihtelee. Mitä enemmän virtaa säästyy, sitä enemmän/tärkeämpiä laiteosia on sammutettuna, ja sitä kauemmin palautuminen kestää.

Laiteosien sammuttamisaikoja eri tiloihin voidaan määritellä joskus hyvinkin monipuolisesti ohjelmistoista riippuen.

Tärkeimmät virtaa kuluttavat laiteosat ovat kiintolevy, näyttö ja prosessori. Lisäksi kannettavat mikrot tarvitsevat erityisesti virransäästötiloja, jotta akut kestäisivät mahdollisimman pitkään.

APM

APM *(Advanced Power Management)* eli automaattinen virranhallintajärjestelmä on kehitetty vuonna 1992. Parempi 1.1 versio julkistettiin seuraavana vuonna. 1.1 versio onkin minimivaatimus nykyisille virranhallintajärjestelmille.

APM määrittää laitteistoriippumattoman ohjelmarajapinnan käyttöjärjestelmän virranhallinnan ja laitteistoriippuvaisen virranhallintaohjelmiston välille. Esimerkiksi Windows 95:ssä voidaan näytön sammuttamismäärittelyt asettaa ohjauspaneelin kautta kahteen eri virransäästötilaan, jos näyttö, näytönohjain ja BIOS tukevat virranhallintaa.

BIOSin on siis tuettava APM:ää, jotta laitteet ja ohjelmistot (käyttöjärjestelmä ja sovellukset) voivat sitä hyödyntää. Tällaisissa BIOS-versioiden SetUp-ohjelmassa onkin erilaisia virranhallintamäärityksiä. Yleensä ainakin kiintolevy ja näyttö ovat tuettuja. Kannettavissa mikroissa on monipuolisemmat ratkaisut aina prosessorin virranhallintatoimintoja myöten.

APM määrittää seuraavat viisi eri tilaa:

Full On

- Laitteisto toimii
- Virransäästötilaa ei ole
- Kaikki laitteet ovat päällä

APM Enabled

- Laitteisto toimii
- Laitteessa käytetään virranhallintaa
- CPU on hidastettu tai pysäytetty tarvittaessa
- Laitteita ohjataan tarvittaessa virranhallinnalla

APM Standby

- Laitteisto ei ole välttämättä toiminnassa
- Laitteet käyttävät vähemmän virtaa kuin normaalisti
- CPU on saatettu pysäyttää
- Toiminnallisia parametreja pidetään yllä
- Laitteisto palautuu nopeasti APM Enabled -tilaan
- Käyttäjän toimia saatetaan tarvita APM Enabled -tilaan palauttamisessa

APM Suspend

- Laitteisto ei toimi
- Laitteisto kuluttaa niin vähän virtaa kuin mahdollista
- Suurimmassa osassa laitteista ei ole virtaa
- CPU on pysäytetty
- CPU käyttää niin vähän virtaa kuin mahdollista
- Toiminnalliset parametrit ovat tallennettu tilasta palautumista varten
- Laitteisto tarvitsee suhteellisen paljon aikaa tilasta palautumiseen

Off

- Laitteisto ei toimi
- Virtalähde ei syötä laitteistolle virtaa
- Toiminnallisia parametreja ei tallenneta

APM Enabled tarkoittaa, että virranhallintajärjestelmä on päällä. Standby-tila säästää virtaa vähän ja siitä palautuminen on nopeaa. Suspend-tilassa virransäästö on suurempaa, mutta palautuminen on hitaampaa. Off-tila vastaa suljettua mikroa.

Näyttöjen virransäästö

Näytöt kuluttavat lähes yhtä paljon virtaa kuin koko keskusyksikkö. Usein näytöt ovat päällä aamusta iltaan käytettiin niitä tai ei. Näyttöä ei usein viitsitä sammuttaa lyhyiksi ajoiksi, koska sen uudelleenlämpiäminen kestää aina jonkin aikaa. Lisäksi näyttö on helpompi vain jättää päälle. Uudet näyttöjen virransäästömenetelmät perustuvat juuri näiden taukoaikojen hyödyntämiseen.

Energy Star on EPAn *(Environmental Protection Agency)* standardi virransäästötekniikoille. Jotta Energy Star -nimeä voidaan käyttää näytön yhteydessä, ei näyttö saa käyttää enempää kuin 30 wattia tehoa virransäästötilassa. Käytössä ollessaan näyttö saa käyttää korkeintaan 120 wattia tehoa.

Energy Star on kehittänyt **DPMS**-standardin *(Display Power Management **S**ignaling)*, jonka avulla näyttöjen virrankulutusta ohjataan. Grafiikkaohjain, joka tukee DPMS:ää, voi tarkkailla näytölle meneviä vaaka- ja pystysynkronointilinjoja. Näiden avulla voidaan muodostaa käytännössä kaksi erilaista virransäästötilaa, joista säästää hiukan virtaa ja toinen enemmän. Huomaa, että DPMS vaatii BIOSilta APM-tuen.

Jos sekä ohjain että näyttö tukevat DPMS:ää, ei tarvita erillisiä kuvaruudunsammutusohjelmia, vaan näyttö voidaan asettaa virransäästötilaan käyttäjän määrittämien aikojen perusteella.

Virransäästötila voidaan aloittaa kahdella eri metodilla:

- Silloin kun näyttö pimenee kuvaruudun sammutusohjelmalla.
- DPMS:n ollessa käytössä, prosessorin avulla voidaan määritellä säästötilojen alkamishetki.

Näyttöjen virransäästötiloja on kaksi erilaista:

- **Standby-tila** säästää noin 30 prosenttia kokonaisvirran kulutuksesta. Maksimi-arvo saa olla 30 wattia, jotta Energy Star -yhteensopivuutta voidaan mainostaa näytön yhteydessä. Standby-tilassa pystytaajuus on aktiivinen, mutta vaakataajuus ei. Vaakataajuuden ylläpitämiseen kulutettava tehomäärä säästyy. Etuna on kuvan lähes välitön palautuminen töitä jatkettaessa.

- **Suspend-tila** säästää virtaa katkaisemalla virran elektronitykkiä lämmittäviltä komponenteilta. Virrankulutus on alle 10 wattia. Näytön palautumiseen kuluu aikaa yli 5 sekuntia.

Windows 95:ssä Ohjauspaneelin Näyttö-kuvaketta kaksoisnapauttamalla ja valitsemalla Näytönsäästäjä-välilehden, voidaan asettaa DPMS:ää tukevan näytön virransäästötilat. Jos riittävää DPMS-tukea ei ole, näkyy virransäästötilan valinnat harmaalla. Muista kuitenkin tarkastaa, että näytönohjain- ja näyttövalinnat ovat oikein.

Valittavat virransäästötilat ovat Virransäästö ja Virrankatkaisu. Molemmille voidaan asettaa omat ajat. Aseta esimerkiksi Virransäästölle 15 minuuttia ja Virrankatkaisulle 25 minuuttia.

Seuraavassa taulukossa on keskimääräiset arvot 14 - 15 tuuman näyttöjen tehonkulutuksesta.

Valkoinen tausta	60 - 100 W (suurin kulutus)
Musta tausta	50 - 70 W
Standby-tila	10 - 30 W
Suspend-tila	4 - 10 W
Off-tila	2 - 5 W

On syytä huomioida että kaikkien näyttöjen kulutuslukemat eivät välttämättä mahdu edes näihin arvioihin. Osa uusista näytöistä saattaa päästä kyseisten arvojen alle, mutta osa näytöistä voi kuluttaa huomattavastikin enemmän tehoa.

19. Ongelmia estävä ylläpito

20. MIKROTUKIHENKILÖ

Mikrotukihenkilöä (*Personal Support Advisor*) tarvitaan nykyisin jo pienissäkin yrityksissä ja isoissa mikrotukihenkilöitä on jo useampia. Mikrotukihenkilö vastaa monista laitteisiin, ohjelmistoihin ja niiden käyttöön liittyvistä seikoista.

Koska laitteistojen tieto/taito on oleellinen osa nimenomaan mikrotukihenkilön arkea, käsittelemme tässä luvussa asioita, joita mikrotukihenkilön tulisi ottaa huomioon. Pelkästään monipuolinen laitetietous ei tee henkilöstä hyvää mikrotukihenkilöä, vaan on osattava myös tarkastella kokonaisuutta sekä kehittää ja ylläpitää sitä.

Mikrotuen osa-alueet

Mikrotukihenkilön tehtävänkuva voidaan jaotella pääpiirteittäin seuraaviin kokonaisuuksiin:

- Laitteistot
- Ohjelmistot
- Verkko
- Tukitoiminta
- Koulutus
- Kehittäminen
- Tuottavuus
- Muut asiat

Näiden osakokonaisuuksien hallinnan lisäksi on hallittava niiden yhtenäistäminen keskenään. Esimerkiksi hyvät, mutta liian raskaat ohjelmat eivät toimi ongelmitta kevyissä koneissa. Siinä tulee selvä ristiriita laitteiston ja ohjelmiston välille. Lisäksi yksi hyvin hoidettu kokonaisuus ei kompensoi muutamaa huonosti hoidettua. Tiedostettujen ongelmien lisäksi yllättäviä ongelmia saattaa ilmaantua turhankin usein. Vasta tasapainoinen kokonaisuus toimii hyvin, joten aikaa on uhrattava kaikkiin mikroihin liittyviin toimintoihin.

Laitteistot

Ensimmäinen kokonaisuus eli laitteistot voidaan jakaa seuraaviin alakokonaisuuksiin:

- Uuden laitteiston käyttöönotto
- Kiintolevyjen asentaminen ja käyttöönottaminen
- Lisäkorttien asentaminen
- Laitteiston asentaminen verkkoon
- Kirjoittimien asennukset ja huolto
- Muiden oheislaitteiden huolto ja korjaus
- Käynnistyslevykkeet
- Laitteistojen vikatilanteiden selvitys sekä korjaus tai toimittaminen huoltoon
- Laitehankinnoista vastaaminen
- Laiterekisterin ylläpitäminen

Ylipäätänsä voidaan todeta, että laajassa yli 200 mikroa käsittävässä organisaatiossa voidaan sanoa yhden henkilön työpanoksen kuluvan pelkästään laitteistoteknisiin asioihin. Toinen vaihtoehto on ostaa kaikki palvelut ulkopuoliselta toimittajalta, mutta mihin hintaan?

Ohjelmistot

Laitteiston lisäksi vähintään yhtä laaja kokonaisuus on ohjelmistot ja se voidaan paloitella seuraavasti:

- Käyttöjärjestelmätuntemus ja asentamiset
- Uusien ohjelmien asentaminen
- Vanhojen ohjelmistojen päivitykset
- Ohjelmien asetusten muuttaminen
- Sovellusten rakentaminen (ohjelmointikieli, makrot)
- Osallistuminen puhelin- yms. tukipalveluihin
- Kiintolevyjen "siivoamiset" eli kiintolevyjen ylläpito
- Varmuuskopiot
- Virustarkistukset ja tietoturva
- Ohjelmistolisenssiasiat ja niiden valvominen

Mitä enemmän eri ohjelmatuotteita on käytössä, sitä enemmän eri osa-alueiden erikoisasiantuntijoita tarvitaan. Usein organisaatiosta löytyy yksikkötasolla ohjelmien asiantuntijoita (esimerkiksi tekstinkäsittelyyn), joita kannattaa tukihenkilötoiminnassa hyödyntää.

Verkko

Kolmas vaativa alue on lähiverkon hallinta. Tämä tarkoittaa, että mikrotukihenkilön on verkon ylläpitäjänä eli pääkäyttäjänä (administrator) huolehdittava seuraavista asioista:

- Käyttäjätietojen ylläpito
- Käyttäjien oikeuksien määrittelyt
- Resurssien jakaminen

Verkon resurssien hallinta ja jakamisen suunnittelu kuuluu myös toimintaan ja siihen kuuluu:

- Kirjoittimet
- Yhteiset tiedostot
- Verkosta käytettävät sovellukset
- Tietoliikenneyhteydet

Lisäksi mikrotukihenkilön on toimittava sähköpostin pääkäyttäjänä ja vastuuhenkilönä. Tietoturva ja ennen kaikkea varmistukset (palvelimet ja työasemat) on hyvin tärkeä osa-alue verkon hallinnassa.

Verkon toiminnan oikeaoppisella kehittämisellä saavutetaan helpompi laajennettavuus, yhtäaikaiset laiteostot ja niiden mukana mahdollisimman samanlaisia laitteita sisältävä verkko. Samankaltaisesta laite- ja ohjelmistoympäristöstä on etua esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- **Kirjoittimet**. Värikasettien varasto sisältää mahdollisimman vähän erilaisia kasetteja, jolloin varasto on helpommin hallittavissa. Lisäksi hankintahinnat pienenevät suurempi eriä ostettaessa.

- **Näytönohjaimet**. Uudempien laiteohjaimien vaihto ja näyttöasetusten muokkaus ovat helpompia, kun ne tehdään joka mikroon samalla tavalla.

- **Ohjelmat**. Päivitykset ja käyttöopastus on helpompaa ja halvempaa, kun jokaisella ei ole eri ohjelmia.

Mitä laajempi verkko, sitä useampaa verkkoasiantuntijaa tarvitaan. Samoin sähköposti- tai toimisto-ohjelmisto saattaa vaatia jo pelkästään yhden henkilön työpanoksen.

Koska verkko on organisaation kannalta usein erittäin merkittävä ja toimimattomuudellaan vahinkoja aikaansaava, kannattaa sen toiminnan turvaamiseen ja varajärjestelmien kehittämiseen kiinnittää riittävästi huomiota.

Tukitoiminta

Keskeisimpiä tukihenkilötoimintaan liittyviä asioita on luonnollisesti tukitoiminta eli esimerkiksi puhelimen avulla tapahtuva neuvonta (*Help Desk*), sähköpostin välityksellä tapahtuva opastus tai käyttäjien luona tapahtuva käytönopastus, ns, vierihoito. Tällöin opastettavia asioita ovat tavallisimmin käytettävät sovellusohjelmat ja työvälineohjelmat sekä laitteisto-ongelmat ja niiden selvittely: kirjoittimet, verkkotulostus, muut oheislaitteet kuten modeemit, CD-ROM-asemat, kuvanlukijat jne.

Pienessäkin organisaatiossa edellä olevaan saadaan kulumaan mittaamattoman paljon aikaa. Mitä paremmin toimivat tietotekniikkajärjestelmät organisaatiossa saadaan rakennettua, sitä vähemmän edellisen kaltaista tukitoimintaa tarvitaan.

Koulutus

Alue, josta tukihenkilö ei voi useinkaan välttyä on koulutus. Tämä tulee kyseeseen varsinkin uuden ohjelman käyttöönotossa, jolloin siihen voi liittyä yksittäis/ryhmäkoulutus ja opetusmateriaalin laatiminen. Eräs vaihtoehtoinen tapa ratkaista koulutus on hankkia kaikki tarvittavat palvelut ulkopuolisilta toimittajilta.

Tällaisen ratkaisun haittoja ovat:

- Koulutettavan organisaation toimintatapojen tuntemattomuus
- Koulutettavien henkilökohtaisen tuntemuksen puuttuminen
- Ei niin yksilöllistä kuin organisaation sisäisen kouluttajan järjestämät tilaisuudet.

Osaa edellisistä voidaan kuvitella myös eduksi.

Kehittäminen

Kaiken edellisen ohella organisaatiota pitäisi myös muistaa kehittää. Tämäpä onkin asia, jota ei kaikkialla ymmärretä ottaa tarpeeksi paljon huomioon. Organisaatiolla pitäisi olla tarkka kuva siitä, mihin mennään ja millä vauhdilla ja kenellä on mistäkin asiasta vastuu. Tämä voidaan esittää esimerkiksi tietotekniikkayksikön tietohallintosuunnitelmassa, joka toimii ohjenuorana tulevaisuutta suunniteltaessa.

Tuottavuus

Miten organisaatio suhtautuu mikrotukeen? Usein ajatellaan, että **mikrotukihenkilöt eivät ole tuottavia** ja **mikrotuki maksaa.** Koska tukitoiminnan tuomaa työntehon parantuvuutta on lähes mahdotonta laskea, ei tukihenkilöille useinkaan ymmärretä antaa heille kuuluvaa arvoa. Tämä tarkoittaa sitä, että kun järjestelmät toimivat, ei tule kiitosta hyvin toimivasta järjestelmästä. Kun verkko on nurin tai tulostus ei toimi, palautetta tulee liiankin helposti.

Käyttäjät pitävät usein itsestäänselvyytenä, että mikrot, verkot ja ohjelmat ovat jatkuvasti toimintakunnossa eikä päinvastoin, siitä huolimatta, että innokkaimmat käyttäjät "virittelevät" tai "korjaavat" itse mikrojaan aivan miten haluavat piittaamatta ollenkaan organisaation mikrotuen pelisäännöistä.

Mikrotuen asiantuntemusta onneksi osataan nykyään kuunnella esimerkiksi seuraavissa tilanteissa:

- Organisaation esittely ulkopuolisille vieraille
- Tietoturvaan liittyvät kysymykset
- Asiantuntemus laite- ja ohjelmistoratkaisuissa

Koska mikrotuki yleensä tulee ensimmäisenä työskentelemään uusilla mikroilla ja ohjelmistoilla, pitäisi heidän olla myös vaikuttamassa tulevaan työskentely-ympäristöön.

Muut asiat

Muita tukihenkilötoimintaan kuuluvia asioita on muun muassa **ohjelmointi**. Normaalia tukihenkilötoimintaa se ei periaatteessa koske, mutta ohjelmointia saatetaan kuitenkin sivuta esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- Modeemiscriptit, ohjauskielet ja DOS-komentojonokieli
- Pienten sovellusten rakentaminen makrokielien avulla

Laitteiden ja ohjelmien **inventointi ja niiden tietojen ylläpito** ei varmasti ole niitä mieluisimpia tehtäviä. Mutta, kun se tehdään hyvin ja ajallaan, saadaan tarvittaessa välittömästi tietoa minkälaisia tuotteita ja kuinka paljon niitä missäkin verkossa on. Tämän tiedon avulla tuotteiden uusimiset ja päivitykset voidaan tehdä ilman turhia virhehankintoja ja -asennuksia. Aikaa säästyy ja tuotteiden hallinta on helpompaa.

Mikrotukihenkilön vaatimukset

Hyvältä mikrotukihenkilöltä vaaditaan mielestämme tärkeysjärjestyksessä viisi hyvää ominaisuutta:

1. Yhteistyökyky erilaisten ihmisten kanssa
2. Riittävän hyvä tekninen tietous
3. Nopea asioiden oppimis- ja ymmärtämiskyky
4. Rauhallisuus ja loogisuus

5. Hyvähermoisuus

Koska mikrotukihenkilö on periaatteessa palvelualan ammattilainen, on yhteistyökyky niin organisaation sisällä kuin ulospäin ensiarvoisen tärkeää. Valitettavasti silloin tällöin törmätään ilmiöön, jossa tekninen tietous painottuu liikaa yhteistyökyvyn heikentyessä. Mikrotukihenkilön pitää tietää riittävän paljon, mutta toisaalta hänen pitää pystyä laskeutumaan tarvittaessa peruskäyttäjän tasolle.

Koska mikrot ja tietotekniikka kehittyvät näinkin huimaa vauhtia, on asioiden oppiminen ja vanhojen tietojen pohjalta tapahtuva uuden tiedon kehittäminen tärkeitä ominaisuuksia.

Koska usein vakavissa ongelmatilanteissa käyttäjä saattaa olla hyvin herkässä tunnelatauksessa, ei tukihenkilön pitäisi myöskään olla se organisaation tempperamenttisimpina pidetty henkilö. Virhetilanteita selvitetään rauhallisuudella ja ennen kaikkea loogisella päättelykyvyllä. Dementikot eivät tukihenkilöinä myöskään menesty: tämä taas johtuu virhetilanteiden samankaltaisuudesta eli usein virhetilanteita korjataan vanhoja virhetilanteita muistelemalla ja yhdistämällä niitä muuhun aikojen kuluessa mieleen iskostuneisiin periaatteisiin. Tämä kaikki vaatii siis ehdottomasti hyvähermoista henkilöä!

Mikrotuen periaatteet

Ammattietiikka ja -moraali on eräs olennaisen osa myös mikrotukea. Vaikka periaate "mitään, mitä ei kannata tehdä, ei kannata tehdä hyvin" onkin sinänsä hyvä, mikrotuessa huolimattomasti tai taitamattomasti tehdyt operaatiot kalahtavat omaan nilkkaan.

Seuraavassa neljä teesiä hyvän mikrotuen periaatteista yksilötasolla:

1) Standardoi

Pidä käytettävät mikrot ja niiden kiintolevyrakenteet mahdollisimman samankaltaisena. Mikrojen hankintaa kannattaa ajatella ehdottomasti pitkän tähtäyksen suunnitelmana ja mielellään yhdeltä ja samalta laitevalmistajalta. On helpompaa tuntea yhden laitemerkin viat ja oikut kuin joka vuosi kyseisen vuoden edullisimman laitemerkin.

Myös nimeäminen (kirjoittimet, mikrot, palvelimet, käyttäjätunnukset) kannattaa miettiä tarkkaan.

Kiintolevyrakenne kannattaisi pitää perustasolla kaikilla käyttäjillä samanlaisena. Tällöin kuka tahansa käyttäjä tai tukihenkilö tietää heti missä ohjelmat ja niillä tallennettavat datatiedostot sijaitsevat satunnaisellakin mikrolla. Edelliseen on lisäksi helppo rakentaa komentojonoja tietojen automaattiseen tai käyttäjän toimesta tapahtuvaan varmuuskopioitiin samoin kuin uusien ohjelmien asentamiseen.

Standardointi pitää ulottua myös **CONFIG.SYS**- ja **AUTOEXEC.BAT**-tiedostoihin. Tällöin voidaan myös varmistua, että muistinhallinta ja mikron teho saadaan optimaalisesti käyttöön.

2) **Verkon hyödyntäminen**

Kun käytössäsi on mikroverkko, käytä sitä mahdollisimman tehokkaasti. Mikroverkkoa voit hyödyntää normaalien käyttötapojen lisäksi esimerkiksi:

- Käyttäjien datatiedostojen varmuuskopiointi
- Ohjelmistojen ja käyttöjärjestelmien asentaminen (Windows 31, WfW 3.11, Windows NT, Windows 95...)
- Tiedostojen automaattipäivitys verkosta työasemaan eli esimerkiksi virustorjuntaohjelmien uusin versio.

Kaikki tämä pohjautuu hyvin suunniteltuun verkkoonkirjoittautumiseen. Kun käyttäjä liittyy verkkoon, voidaan tällöin hänen työasemalleen suorittaa useita ylläpidollisia toimenpiteitä valvotuissa olosuhteissa alkaen virustarkistuksista ja ohjelmien päivityksistä päätyen ohjelmien lisenssimäärien valvontaan.

3) Dokumentit

Kaikki tietotekniikkaan liittyvä pitäisi olla dokumentoituna erittäin tarkalla tasolla. Tämä sisältää esimerkiksi seuraavat asiat:

- Tiedot käytössä olevista mikroista eli laiterekisteri.

- Tiedot käytössä olevista ohjelmistoista eli lisenssirekisteri.
- Verkon toiminta ja etenkin tietoliikenneyhteydet (tekniset piirustukset) sekä verkkoresurssien ja käyttäjien tarkat tiedot. Ylipäätänsä kaikki verkkoon liittyvä.
- Tietoturvaohje ja suunnitelma esimerkiksi virushälytyksen varalta.
- Kuinka varmistukset otetaan a) työasemista b) verkkopalvelimista.
- Mikrojen hakemistorakenne.

4) Kehitä itseäsi

Itsensä kehittäminen tarkoittaa ennen kaikkea ns. "*kärryillä pysymistä*". Kaikkea viimeaikaista ja uusinta uutta **high-tech** teknologiaa ei tarvitse tuntea, mutta yleiset alaan vaikuttavat trendit olisi hyvä hallita.

- Kouluta itseäsi.
- Seuraa alan lehdistöä: suomalaiset julkaisut (MikroPC, Tietokone, Tietoviikko), ulkomaiset julkaisut (PC-Magazine, Byte, verkkojulkaisut) sekä ulkomaiset viikkolehdet (ComputerWorld, InfoWorld).
- Lue alan kirjoja.
- Keskustele muiden tuki-ihmisten kanssa.
- Käytä sähköpostia ja Internetiä.
- Kehitä yhteistyöverkko hyödyllisistä tuttavuuksista.

Vaikka alalla saattaa olla 20 tai jopa yli 30 vuotta toimineita, ei se tarkoita nykyisen mikroaikakauden tekniikan automaattista hyvää hallintaa.

Tietolähteet

Mikrotuen kannattaa hyödyntää Internettiä ja alan lehtiä ja kirjoja. Internet-osoitteet löytyvät liitteistä luvusta Internet-osoitteita. Seuraavana on eräitä suositeltavia lehtiä ja kirjoja.

Lehdet:

Byte
Info World
Lan Magazine
Lan Times
MikroPC
PC Magazine
PC Week
PC World
Tietokone

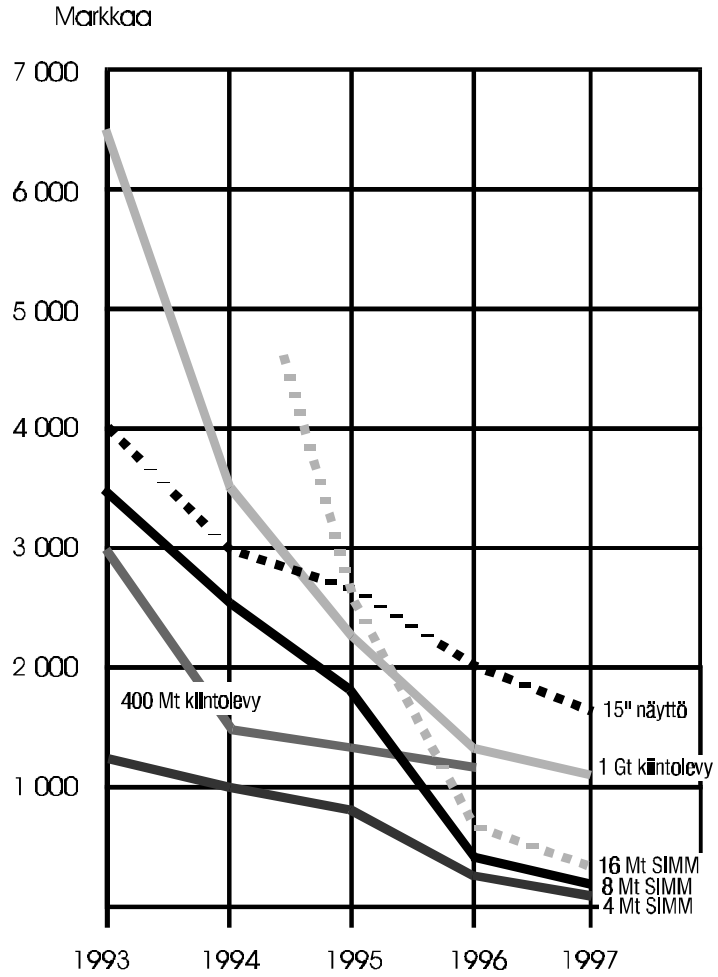
Kirjat:

Douglas E. Comer: TCP/IP Principles, Protocols and architecture
Managing Local Area Network
Lähiverkkojen tekniikka (Saarelainen, Yritysmikrot)
Internetworking with TCP/IP (Comer, Prentice-Hall)
Computer Networks (Tanenbaum, Prentice-Hall)
Data Communications, Computer Networks and Open Systems (Halsall, Addison-Wesley)
How Networks Work (Defler/Freed, Ziff-Davis)
Mikroverkot (Hämäläinen, Yritysmikrot)
Mikroverkot (Honkanen, Tietotekniikan liitto)
Windows-verkot (Kivimäki, Rousku)
Upgrading and repairing PCs (Mueller, QUE)

21. HINTATASOT

Mikrojen ja laiteosien hinnat laskevat jatkuvasti samalla kun ne tehostuvat, monipuolistuvat ja kapasiteetti kasvaa. Välillä jonkin laitteen hinta saattaa tosin hetkellisesti noustakin. Hyvä esimerkki tästä on 90-luvun alkupuolella Japanin erään liimatehtaan räjähdys. Kyseistä liimaa käytetään muistipiirien valmistukseen, eikä samaa liimaa valmistavia tehtaita ollut montaa koko maapallolla. Muistien hinnat nousivat moninkertaisiksi hetkessä ja vasta vuoden kuluttua onnettomuudesta muistien hinnat alkoivat hitaasti, mutta tasaisesti, laskea.

Seuraavassa taulukossa on muutamien yleisten laiteosien hintojen muutokset vuodesta 1993 vuoteen 1996. Hinnat ovat keskimääräisiä, sillä myyntihinnat saattavat vaihdella suurestikin. Taulukosta näkee selvästi, miten hinnat ovat laskeneet varsin jyrkällä käyrällä.



Kuva: Laiteosien hintojen muutokset lähivuosina.

Kun esimerkiksi 8 Mt SIMM-muistin hinta on pudonnut 3 500 markasta noin 200 markkaan neljässä vuodessa, ovat mikrojen muistivaatimuksetkin samalla nousseet. Muutamia vuosia sitten selvittiin keskimäärin 4 - 8 Mt muistimäärillä, kun nykyisin muistia pitää olla 16 - 64 Mt.

Otetaanpa seuraavana tarkastelun kohteeksi mikrojen käytännön minimimuistimäärien hinnat.

4 Mt maksoi vuonna 1993 noin 1 300 mk ja 16 Mt heinäkuussa vuonna 1997 maksaa noin 400 mk. Tämän päivän mikron muistihinnat ovat siis huomattavasti edullisempia. Lisäksi uusilla mikroilla voidaan tehdä tehtävät huomattavasti nopeammin ja monipuolisemmin kuin aiemmin.

Vuonna 1997 ovat 16, 8 ja 4 megatavun SIMM-moduulien hinnat varsin lähellä toisiaan. 8 megatavun muistia ei juuri kannata ostaa 200 markalla, kun 16 megatavua saa 400 markalla.

On huomattava, että monipuolinen mikro, joskaan ei aivan uusinta tekniikkaa on kautta aikain ollut noin 10 000 markan hintainen. Aivan uusimmat tehomikrot ovat helposti kaksin- tai kolminkertaisia hinnaltaan. Niiden hinnat laskevat kylläkin nopeasti alkuhuuman jälkeen.

Vaikka tuo kymppitonni onkin 'vakio'-hinta, on mikrojen tehokkuus, kapasiteetti ja monipuolisuus kasvanut merkittävästi sitten 8086/88-mikrojen. Perusmikrot ovat siis jo varsin nopeita ja monipuolisia ja käytettävissä olevat ohjelmat aina vaan parempia.

On mielenkiintoista seurata, saako jonakin päivänä parilla tonnilla (inflaatio huomioiden) sen monipuolisen perusmikron. Vai jatkaako kehitys sittenkin edelleen samaa uraa...

22. LISÄTIETOA MIKROPIIREISTÄ

Tässä luvussa käsitellään ensiksi mikropiirien valmistusteknologian perusteet sekä hiukan yleistä tietoa digitaalitekniikasta. Näiden jälkeen opastetaan dynaamisen RAM-muistin ja mikroprosessorin toimintaa.

Tämä luku on tarkoitettu opastamaan niitä lukijoita, jotka ovat kiinnostuneet syvällisemmästä mikron toiminnasta. Perustiedot omaksuttuaan on paljon helpompi ymmärtää tietokoneen syvällisempiä toimintoja. Ennen kaikkea näiden asioiden jatkotutkiminen helpottuu.

Mikropiirien valmistusteknologia

Tämän luvun tarkoituksena on johdattaa lukija mikropiirien valmistustekniikkaan ja terminologiaan. Näistä tiedoista on hyötyä niille lukijoille, joita kiinnostaa tietää pääperiaatteissaan, kuinka mikrotietokoneen piirikomponentit valmistetaan.

Tässä yhteydessä käsitellään vain pii (Si) -pohjaisten mikropiirien valmistusta. Pii on yleisin, mutta myös muita materiaaleja käytetään, kuten esimerkiksi galliumarsenidia (GaAs). Germaniumia (Ge) sen sijaan käytetään nykyisin vain harvoissa erikoissovelluksissa.

Pii ja piisubstraatit

Puolijohdeteollisuuden raaka-aineeksi kelpaavan piin ominaisuuksia ja valmistamista on syytä tarkastella yksityiskohtaisemmin. Pii (Si) on epämetallinen alkuaine, jonka järjestysluku on 12. Pii on hapen jälkeen maankuoren yleisin alkuaine, joten raaka-ainetta (hiekkaa) planeetallamme riittää. Puolijohdeteollisuuden tarpeita varten piitä valmistetaan äärimmäisen puhtaana yksittäisenä kiteenä. Epäpuhtauksia tulisi tällöin olla vähemmän kuin 0.0000001 %.

Kiteen kasvatusprosessin tuloksena piistä saadaan sylinterinmuotoinen tanko, jonka pituus on noin 1 m. Siitä leikataan timanttisahalla halutun paksuisia kiekkoja *(Wafers)*. Kiekkojen halkaisija on tavallisesti noin 10 - 20 cm ja paksuus yleensä noin 100 - 400 mikrometriä. Leikkauksen jälkeen kiekot kiillotetaan ja näin valmistettuja piikiekkoja usein kutsutaan myös alustoiksi tai substraateiksi. Jatkossa tässä tekstissä niistä käytetään nimitystä substraatti.

Piisubstraatin mekaaniset ja sähköiset ominaisuudet riippuvat kiteenkasvatusprosessin olosuhteista sekä epäpuhtauksien määrästä ja laadusta. Vaikka kiteenkasvatuksen aikana pyritäänkin epäpuhtauksien määrät minimoimaan, joskus on tarkoituksenmukaista lisätä niitä kontrolloidusti eli seostaa *(Doping)*, jolloin piisubstraatille saadaan haluttuja sähköisiä ominaisuuksia. Epäpuhtauksien lisäyksillä halutaan vaikuttaa resistiivisyyteen ja varauksenkuljettajien lajiin. Seostus mahdollistaa erilaisten mikropiirien perusosasten (diodit, transistorit, kondensaattorit, vastukset ja kelat) valmistamisen.

Mikropiirien valmistuksessa käytettävät perusprosessit

Tässä luvussa käsitellään mikropiirien fotolitografisessa valmistuksessa käytettävät perusprosessit vaihe vaiheelta kokonaiskuvan muodostamiseksi. Perusprosesseja tässä menetelmässä ovat epitaksiaalinen kiteenkasvatusprosessi, piidioksidin kasvatusprosessi, fotolitografinen etsausprosessi, diffuusio sekä metallisointi. Varsinainen mikropiirin valmistusprosessi koostuu jopa sadoista eri vaiheista, jossa piialustalle tai sen päälle kasvatetaan lukuisia eri kerroksia haluttuja komponentteja.

Seuraavana on esitetty yksinkertaistaen puolijohdekomponentin valmistus fotolitografisesti *(Photolitography)*.

1. P-tyypin piialustalle kasvatetaan epitaksiaalinen N-tyypin piikerros.

Epitaksiaalisessa prosessissa *(Epitaxial Growth)* kasvatetaan yksikiteinen piikerros piialustakiteen jatkeeksi , tällöin kideorientaatio säilyy. Prosessi on kemiallinen ja se voidaan suorittaa esimerkiksi korotetussa lämpötilassa pelkistämällä piitetrakloridia vetykaasun avulla. Koska usein epitaksiaalisen kasvatuksen tarkoituksena kasvattaa joko N- tai P-tyypin piikerros, prosessiin lisätään esimerkiksi fosfiini (N-tyyppi)- tai diboraaniyhdisteitä (P-tyyppi).

2. Epitaksiaaliselle pinnalle kasvatetaan piidioksidikerros.

Pii reagoi korkeassa lämpötilassa hapen kanssa muodostaen

piidioksidia SiO_2 *(Oxidation Process)*. Reaktion nopeuttamiseksi piisubstraatit lämmitetään 1 000 - 1 200 °C:een erikoisvalmisteisessa uunissa. Myös tämän prosessin aikana on varmistauduttava, että substraatit eivät altistu epäpuhtauksien vaikutuksille *(Contamination)*. Puhtaan hapen *(Dry Oxide)* lisäksi voidaan hapettamiseen käyttää myös vesihöyryä *(Wet Oxide)*. Vesihöyryhapetus etenee nopeasti, mutta puhdasta happea käyttämällä saadaan paremmat sähköiset ominaisuudet.

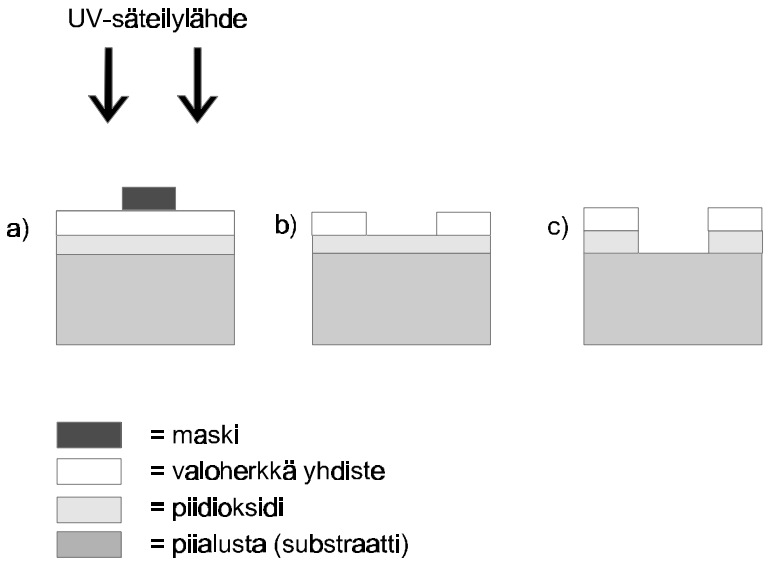
Piisubstraattiin näin muodostuneella piidioksidilla on loistavat eristeen ominaisuudet. Piidioksidikerrosta voidaan käyttää monin tavoin hyödyksi, sillä siitä voidaan valmistaa suoraan esim. kondensaattoreita. Lisäksi se suojaa tehokkaasti alla olevaa puhdasta piitä epäpuhtauksilta. Suojaavuutta *(Masking Property)* voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi seostettaessa piisubstraattia, jolloin vain halutut kohdat (joissa ei ole piidioksidia) altistetaan seostamiselle. Fyysiseltä olemukseltaan piidioksidikerros on hyvin ohut läpikuultava kerros; näin valmistetun piialustan heijastavuus ja valontaittokyky on silmiinpistävää. Optiset ominaisuudet riippuvat paljolti piidioksidikerroksen paksuudesta. Kiillotettu, teräksen harmaa piialusta toimii sinänsä jo hyvänä heijastimena.

Piidioksidi voidaan valmistaa myös kemiallisella höyrystystekniikalla *(CVD, Chemical Vapor Deposition)*, jossa kaasut reagoivat kemiallisesti muodostaen kiinteän pinnan substraatille. Esimerkiksi silaani- ja happikaasut reagoivat piialustan läheisyydessä muodostaen sen pinnalle piidioksidipinnoitteen. Näin muodostuva pinnoite ei ole kaikilta ominaisuuksiltaan termisesti valmistetun pinnan veroinen, mutta sillä on silti hyvät eristeen ominaisuudet.

3. Fotolitografinen etsaus.

Fotolitografisessa etsausprosessissa substraatti päällystetään valoherkällä yhdisteellä *(Photosensitive Emulsion)*. Halutut kohdat alustalla voidaan valottaa *(Exposure)* UV-lampulla käyttämällä sopivia rajaimia/sapluunoita/maskeja. Valoherkkä yhdiste polymeroituu vain valottuneilla alueilla (kuva a). Valoittumattomalta alueelta liuotetaan valonherkkä pinnoite pois käyttämällä sopivaa liuotinta esimerkiksi trikloorietyleeniä (kuva b). Valoittumattomalta alueelta etsataan/syövytetään *(Etching)* piidioksidi fluorivetyhapolla (kuva c). Polymeroitunut

aines liuotetaan esimerkiksi rikkihapolla.



Kuva:
a) Valotustilanne UV-lähteellä sopivaa maskia käyttäen.
b) Valoittumaton eli polymeroitumaton osa valoherkästä yhdisteestä on liuotettu pois.
c) Tilanne fluorivetyhappoliuotuksen jälkeen.

4. Syövytettyyn pintaan seostetaan (diffusoidaan) sopivia epäpuhtausatomeja kuten esimerkiksi booria tai fosforia.

Diffuusiolla *(Diffusion)* tarkoitetaan tässä yhteydessä epäpuhtausatomien liikettä piikiteessä. Diffuusioprosessi suoritetaan erikoisvalmisteisessa uunissa (1000 - 1200 °C), jossa seosatomit etenevät tasaisesti syövytettyyn alueeseen. Diffuusio etenee lämpötilan funktiona ja on täten tarkasti kontrolloitavissa. Vähemmän käytetyssä ioni-istutustekniikassa *(Ion-Implantation)* haluttuja seosatomeja aluksi ionisoidaan, jonka jälkeen ioneja kiihdytetään sähkökentässä ja törmäytetään syövytettyyn piialustaan. Seosatomit sulautuvat piihin niiden kineettisen energian ansiosta tasaisesti, tehokkaasti ja tarkasti. Ioni-istutus voidaan tehdä huoneenlämpötilassa, mutta kalleutensa vuoksi sitä käytetään vain erityistä tarkkuutta vaativiin sovelluksiin.

Vaiheita 1-4 toistamalla saadaan mikropiiriin rakennettua diodit, transistorit, vastukset ja kondensaattorit.

5. Suoritetaan metallisointi.

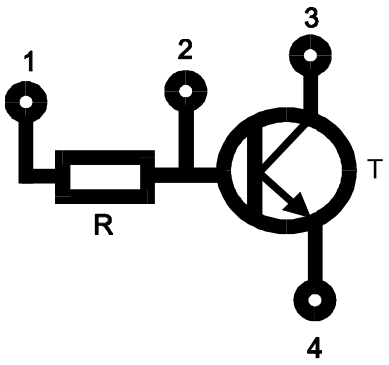
Metallisointia *(Metallization)* käytetään kytkettäessä eri komponentteja toisiinsa mikropiirin sisällä. Metallisoinnilla metalli (esimerkiksi alumiini) höyrystetään tyhjiössä haluttuihin kohtiin piialustalle, jolloin muodostuu tasainen peittävä pinta.

6. Alustakiekosta sahataan kaikki mikropiirit ja komponentit erilleen.

Kukin yksikkö, joita voi olla jopa satoja, on suorakulmainen (tai neliömäinen) ja kooltaan yleensä vähintään 1x1 mm.

7. Kuhunkin komponenttiin tai mikropiiriin liitetään vielä sopivat johtimet ja pakataan sopivaan koteloon.

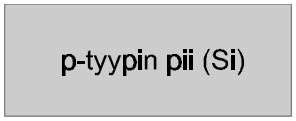
Käytännön esimerkkinä rakennetaan mikropiiri (kuvitteellinen kytkentä), jossa on NPN-bipolaaritransistori kantavastuksella.



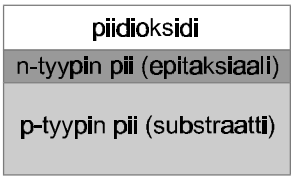
Kuvan kytkentä valmistetaan mikropiirille (R=vastus, T=transistorit ja numerot 1 - 4 viittaavat kontaktipintoihin).

Huomaa, että seuraavissa kuvissa on kuvattuna poikkileikkaukset.

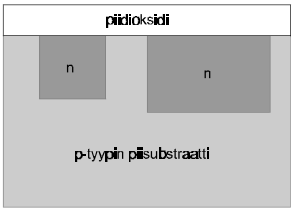
Lähtötilanteena on P-tyypin piialusta.



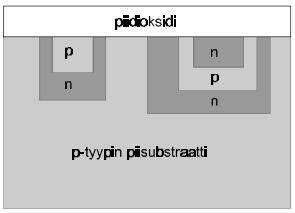
Seuraavassa kuvassa P-tyypin piialustalle on epitaksiaalisen kiteenkasvatuksen seurauksena muodostettu ohut (10 - 20 mikrometriä) N-tyypin piikerros. Epitaksiaalisen N-tyypin kerroksen päälle on kasvatettu ohut piidioksidikerros, joka toimii siis suojaavana eristeenä.



Seuraavassa kuvassa piialustalle on fotolitografisen prosessin jälkeen diffusoitu P-tyypin alueita, jotka ulottuvat P-tyypin alustaan asti. Näin on saatu eristettyjä N-tyypin alueita P-tyypin alustalle. Vaihe on lopetettu kasvattamalla piidioksidipinta epitaksiaalisen kerroksen päälle.

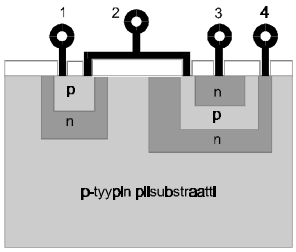


Seuraavassa kuvassa näkyy tilanne, jossa fotolitografisen etsauksen jälkeen N-tyypin alueisiin on diffusoitu P-tyypin saarekkeita. Jälleen kerran pinta on päällystetty piidioksidilla.



Oikeanpuoleisesta komponentista tehdään transistori ja vasemmanpuoleisesta vastus. Niinpä seuraavan kuvan mukaisesti etsauksen jälkeen oikeanpuoleisen N-alueen P-saarekkeeseen on diffusoitu emitteri (N-tyyppi). Käytännössä kollektoriin on diffusoitu myös vahvasti seostettuja N-tyypin alueita kontakteja

varten (ei kuvassa).



Edellä olevasta kuvasta nähdään lopullinen mikropiirin rakenne, jossa metallikontaktit on jo liitetty. (Huomaa vastaavat kontaktit kohdan 7 ensimmäisessä kuvassa.)

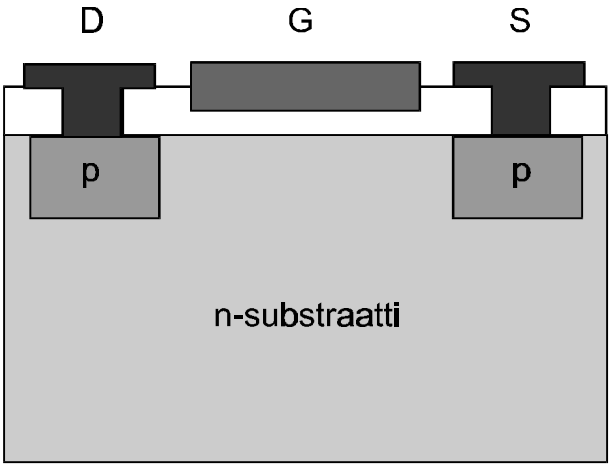
Kuvassa näkyy lopullinen mikropiirin sisäinen rakenne fotolitografisen etsauksen ja metallisointiprosessin jälkeen. Mikropiiri on valmis koteloitavaksi.

Vaikka edellä esitetyssä prosessissa diffuusio näyttää etenevän suoraviivaisesti, käytännössä diffuusioalueilla esiintyy lateraalisuutta eli diffusoituneet alueet ovat jossain määrin pallomaisia.

CMOS ja BiCMOS

CMOS *(Complementary Metal Oxide Semiconductor)* valmistustekniikka on periaatteessa helpompaa kuin edellä kuvattu bipolaaritekniikka, jonka vuoksi CMOS-tekniikalla päästään myös suurempaan integrointiasteeseen eli pakkaustiheyteen. Etuina bipolaaritekniikkaan verrattuna on myös pieni tehonkulutus. Bipolaaristen komponenttien etuina CMOS komponentteihin verrattuna ovat muun muassa paremmat analogisten signaalien käsittelyominaisuudet.

CMOS-tekniikassa (laajennettu MOS) voidaan käyttää hyväksi sekä PMOS- että NMOS-transistoreja. Seuraavassa kuvassa on esitettynä PMOS-transistorin rakenne. NMOS-transistorissa substraatti on P-tyyppiä, sekä lähde S ja nielu D ovat N-tyyppiä.



Kuva: PMOS-transistorin rakenne.

Huomaa PMOS-transistorin yksinkertaisuus bipolaaritransistoriin verrattuna.

BiCMOS-prosessi yhdistää edellä mainittujen tekniikoiden hyvät puolet, jolloin saadaan aikaan eräänlaisia superpiirejä . Esimerkiksi Pentium Pro on valmistettu BiCMOS-tekniikalla.

Digitaalitekniikkaa

Tämän liitteen tarkoituksena on johdattaa lukija digitaalitekniikan teoreettisiin perusteisiin ja sen peruskäsitteisiin. Näistä tiedoista on hyötyä kun perehdytään syvemmälle laitteiden toimintaperiaatteisiin. Tietokoneessa olevat mikropiirit koostuvat tässä luvussa esitetyistä komponenteista. Näiden perustietojen avulla ymmärrät muun muassa mitä tarkoittavat NPN-transistori, vastus ja CMOS, jotka esiintyvät monissa teknisissä kuvauksissa.

Johteet, eristeet ja puolijohteet

Kiinteät aineet voidaan jaotella sähköisten ominaisuuksiensa puolesta johteisiin, eristeisin ja puolijohteisiin. Johtavuus itse asiassa riippuu atomien uloimpien miehitettyjen elektronikuorien (valenssielektronit) rakenteesta. Jos elektronit ovat tiukasti sidottuna ytimeen, sähkön kuljettamiseen ei saada riittävästi elektroneja ja materiaali käyttäytyy eristeen tavoin. Johteilla, kuten kuparilla, on runsaasti vapaita (löyhästi ytimeen sitoutuneita) elektroneja metallihilassaan, joten sähkövirta pääsee etenemään vapaasti materiaalissa.

Puolijohteet, kuten pii ja germanium, ovat johtavuudeltaan johteiden ja eristeiden välistä. Piin johtavuus on jopa suorastaan kehno. Piillä on tetravalenttinen elektronirakenne eli sillä on neljä uloimman kuoren elektronia (eli 4 valenssielektronia).

Atomeilla on pyrkimys saada itselleen oktetti eli 8 elektronia uloimmalle kuorelleen ja näin on myös piin tapauksessa. Piillä on vain 4 valenssielektronia, joten piiatomien ryppäässä luulisi olevan pulaa elektroneista! Niinpä piillä onkin sosiaalinen taipumus muodostaa muiden piiatomien kanssa kovalenttisia sidoksia, joissa elektronit on jaettu ja lähes kaikilla piiatomeilla on oktetti (täydellinen vain absoluuttisessa nollapisteessä). Toisin sanoen yksi piiatomi sitoutuu kovalenttisesti neljään muuhun piiatomiin. Kovalenttiset sidokset ovat tavattoman lujia, esimerkiksi timantti on muodostunut hiilestä, joka on kovalenttisesti sitoutunut.

Huoneenlämpötilassa piillä on vapaita elektroneja jonkin verran. Elektroneja vapautuu pääasiallisesti lämpövärähtelyn vaikutuksesta ja tätä ilmiötä kutsutaan termiseksi generaatioksi *(Thermal Generation)*. Myös ionisoiva säteily (lähinnä avaruuden ja maankuoren taustasäteily) vapauttaa elektroneja. Paikasta jossa elektroni (negatiivinen varaus) vapautuu jää

positiivisen varauksen omaava paikka eli aukko *(Hole)*. Aukon voidaan myös yksinkertaisesti ajatella olevan vain paikka, jossa ei ole negatiivista varausta. Aukkojen voidaan ajatella myös liikkuvan kun elektronit siirtyvät aukosta toiseen, eli positiivisen varauksen paikka muuttuu. Ilmiötä, jossa elektroni siirtyy aukkoon, kutsutaan rekombinaatioksi *(Recombination)*. Nämä tekijät mahdollistavat piin puolijohdemaiset ominaisuudet.

Kytkettäessä paristo puhtaaseen piihin, muodostuva sähkökenttä liikuttaa elektroneja kohti positiivista kohtiota. Elektronit etenevät piikiteessä syntyvien aukkojen välityksellä. Lämmittämällä piitä terminen generaatio lisääntyy ja johtavuus paranee, koska aukkojen määrä lisääntyy. Johteilla, esimerkiksi kuparilla johtavuus lämmitettäessä pienenee.

Aktiiviset ja passiiviset komponentit

Elektroniikassa yleisimmät peruskomponentit voidaan jakaa kahteen ryhmään: aktiivisiin ja passiivisiin komponentteihin. Aktiivisiin komponentteihin kuuluvat puolijohdekomponentit kuten diodi ja transistori. Passiivisiin komponentteihin katsotaan kuuluvaksi vastukset, kondensaattorit ja kelat. Digitaalitekniikassa kelat ovat harvinaisia (ei kuitenkaan mittaustekniikassa), mutta muita edellä mainittuja komponentteja esiintyy joka sovelluksessa. Esimerkiksi DRAM-muistiyksikön toiminta perustuu kondensaattoriin ja transistoriin.

Puolijohteet eli aktiiviset komponentit

Puolijohteet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään johtavuuden perusteella.

- **N-johtavuus**

  Piikiteeseen voidaan hallitusti seostaa vähäisiä määriä atomeja, joilla on viisi valenssielektronia (esimerkiksi fosfori ja arseeni). Epäpuhtausatomit muodostavat edelleen kovalenttisen sidoksen piin kanssa, mutta vain neljä elektronia osallistuu sidokseen, joten yksi elektroni jää vapaaksi kidehilaan. Näin ollen johtavuus paranee seostettaessa. Viiden valenssielektronin omaavaa epäpuhtausatomia kutsutaan piikiteen tapauksessa luovuttaja-atomiksi eli donoriksi. Koska johtavuutta on parannettu elektronien lisäyksellä kidehilassa, kutsutaan tätä N-tyypin puolijohteeksi (N=negative).

- **P-johtavuus**

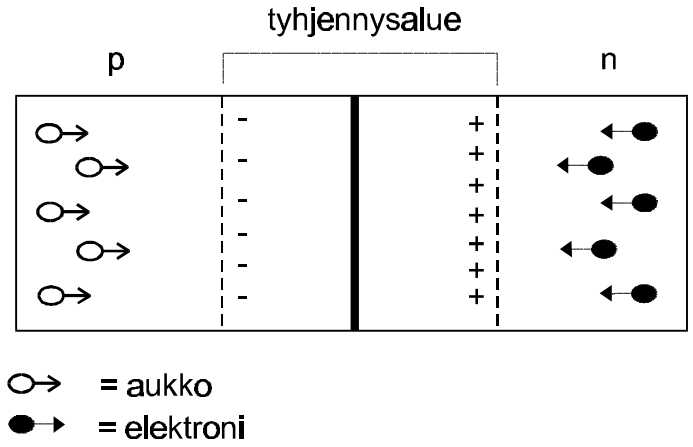
  Seostettaessa piitä epäpuhtausatomeilla joilla on kolme valenssielektronia (esimerkiksi boori ja gallium), saadaan piikiteeseen syntymään aukkoylimäärä. Koska kovalenttiseen sidokseen tarvittaisiin 4 elektronia ja epäpuhtausatomilla on vain kolme, muodostuu tälle kohdalle aukko. Aukot toimivat positiivisina varauksenkuljettajina, joten tämän tyyppistä puolijohdetta sanotaan P-tyyppiseksi.

Sekä N- että P-tyyppisen materiaalin tapauksessa on huomattava, että näiden kokonaisvaraus on 0. N ja P ilmaisevat vain minkä tekijän (elektronit tai aukot) vastuulla johtavuus on. Lisäksi on muistettava että seostamisesta huolimatta materiaalissa esiintyy edelleen normaalia termistä generaatiota ja rekombinaatiota. Esimerkiksi N-tyyppisessä materiaalissa muodostuu myös aukkoja, tällöin elektroneja kutsutaan enemmistövarauksenkuljettajiksi *(Majority Carriers)* ja aukkoja vähemmistövarauksenkuljettajiksi *(Minor Carriers)*. Vastaavasti P-tyypin materiaalissa aukot ovat enemmistövarauksenkuljettajia ja elektronit vähemmistövarauksenkuljettajia.

PN-rajapinta eli diodi

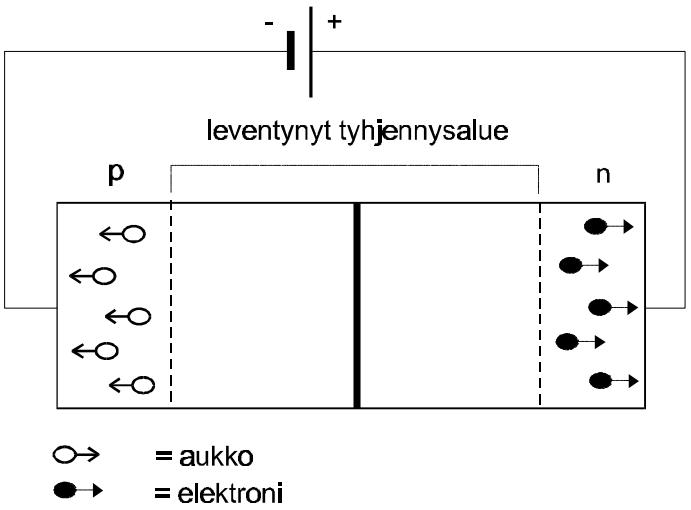
Puolijohdekomponentin toiminta riippuu yksinomaan N- ja P-tyypin puolijohteiden rajapinnoilla tapahtuvista sähköisistä ilmiöistä. On kuitenkin muistettava, että N- ja P-rajapinnoista huolimatta puolijohde on kuin yhtä puuta eli samaa piikidettä.

Ilman ulkoista jännitelähdettä PN-rajapinta käyttäytyy seuraavasti. Rajapinnan läheisyydessä aukkoja ja elektroneja siirtyy rajapinnan yli ja yhtyy (rekombinoituu) jolloin muodostuu aukoista ja elektroneista vapaa alue, eli tyhjennysalue *(Depletion Region/Layer)*. Siirtyessään rajapinnan yli elektronit aiheuttavat P-johtavassa rajapinnassa negatiivisen varauksen kasvun. Vastaavasti käy N-johtavassa rajapinnassa kun aukot siirtyvät yli rajapinnan, jolloin syntyy positiivinen varaus. Nämä varaukset estävät uusien elektronien ja aukkojen siirtymisen yli rajapinnan. Itse asiassa tarvitaan tietty jännite, jonka jälkeen virta alkaa kulkea, tätä jännitettä sanotaan kynnysjännitteeksi.



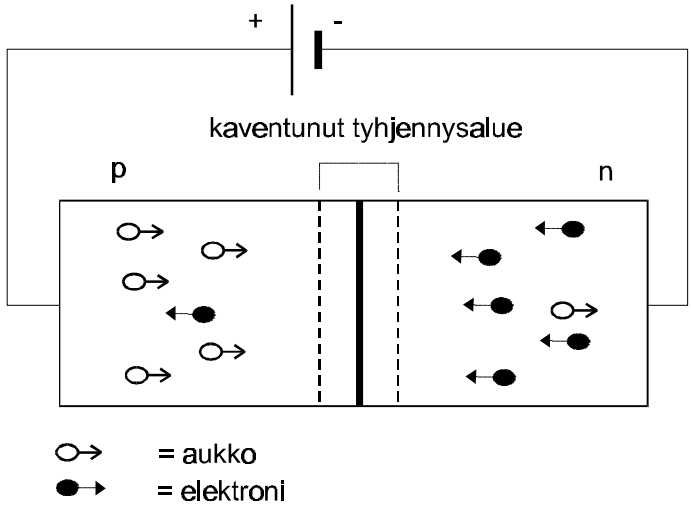
Kuva: PN-rajapinta ilman ulkoista jännitelähdettä.

Kytkettäessä jännitelähde PN-rajapintaan, tyhjennysalue joko levenee tai kapenee, riippuen kytketystä polariteetista ja jännitteen suuruudesta. Kytkettäessä jännitelähteen anodi PN-rajapinnan N-materiaaliin ja katodia vastaavasti P-materiaaliin, levenee tyhjennysalue, koska elektronit pyrkivät muodostuneen sähkökentän vaikutuksesta siirtymään kohti positiivista jännitelähteen kohtiota. Vastaavasti aukot pyrkivät kohti jännitelähteen katodia. PN-rajapinnan (diodin) sanotaan olevan estosuunnassa *(Reverse Bias)*.



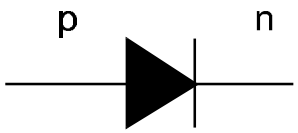
Kuva: PN-rajapinta estosuuntaan kytkettynä.

Käännettäessä jännitelähteen navat, PN-rajapinta alkaa vähitellen herätä eloon. Tyhjennysalue kapenee ja joitain elektroneja ja aukkoja pääsee ylittämään rajapinnan. Tyhjennysalue kapenee myötäjännitteen nostamisen myötä, kunnes 0,5 - 0,7 voltin kohdalla virta kasvaa hyvin voimakkaasti. Kun myötäjännite (esijännite) on yli 0,7 V, resistanssi on äärellinen, mutta hyvin pieni. Piidiodi vaatii noin 0,6 - 0,7 voltin kynnysjännitteen tullakseen johtavaksi.



Kuva: PN-rajapinta myötäsuuntaan kytkettynä.

PN-rajapinta johtaa vain siis toiseen suuntaan, jonka vuoksi sitä käytetään ilmaisimena ja tasasuuntauksessa.

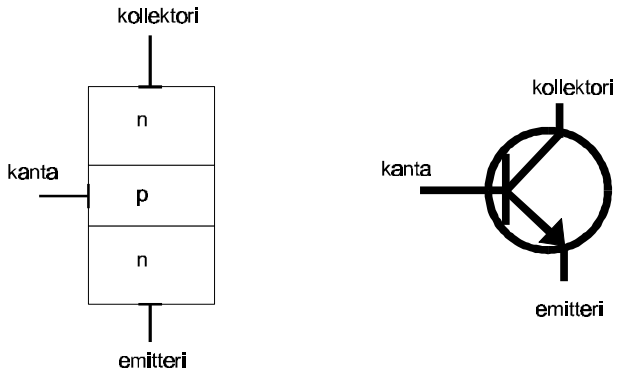


Kuva: Diodin piirrosmerkki.

NPN- ja PNP-rajapinta eli transistori

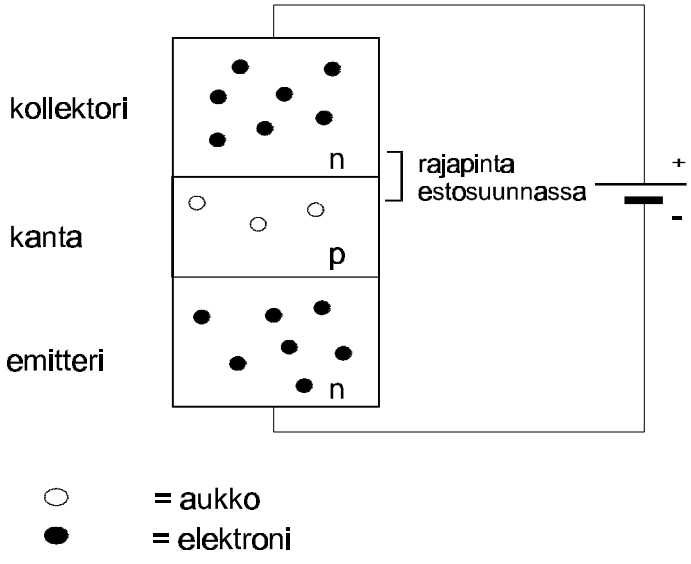
Käsittelemme seuraavana vain NPN-rajapinnan tomintaa. PNP-rajapinnan toiminta on samankaltainen, mutta polariteetit ovat päinvastaiset.

Itse asiassa NPN sisältää kaksi rajapintaa: NP ja PN. Transistorissa on kolme toiminnallista elektrodia: emitteri *(Emitter)*, kanta *(Base)* ja kollektori *(Collector)*.



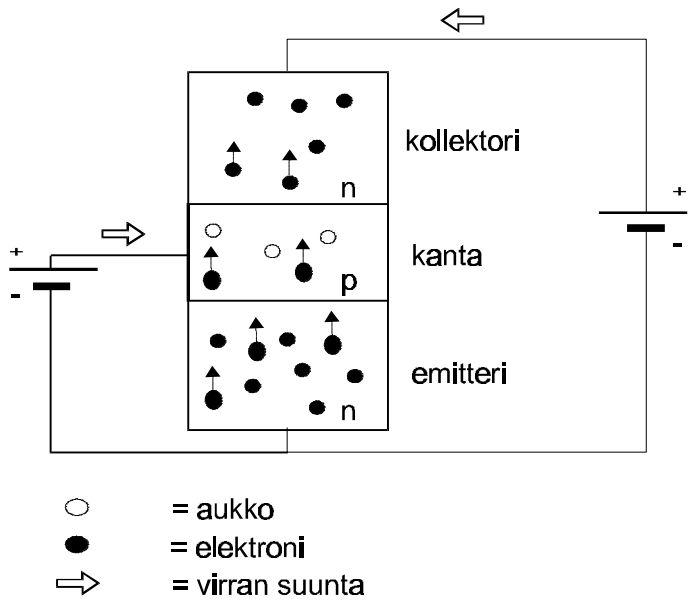
Kuva: NPN-transistorin rakenne ja piirrosmerkki.

Kytkettäessä jännitelähteen anodi transistorin N-johtavaan osaan (kollektoriin) ja katodi toiseen N-johtavaan osaan (emitteriin), transistori ei ole johtavassa tilassa koska PN-rajapinnat ovat estosuunnassa.



Kuva: NPN-transistori ilman kantavirtaa.

Kytketään seuraavaksi transistorin P-johtavaan elektrodiin (kantaan) toisen jännitelähteen anodi. Kun jännitettä nostetaan yli PN-rajapinnan kynnysjännitteen, alkaa NPN-rajapinta (transistori) johtaa. Transistorin N-tyypin materiaalit (emitteri ja kollektori) ovat vahvasti seostettuja kun taas P-tyypin materiaali (kanta) on lievästi seostettu. P-tyypin materiaali on lisäksi hyvin ohut. Emitterillä ja kollektorilla on runsaasti vapaita elektroneja, kun taas kannalla on niukasti aukkoja. Kun kanta-emitteri rajapinta tulee johtavaksi, elektronit syöksyvät kohti kantaa. Kannassa on kuitenkin hyvin niukasti aukkoja, joihin ne voisivat rekombinoitua (lisäksi ne ovat vähemmistövarauksenkuljettajia P-materiaalissa), joten ne jatkavat matkaansa kohti kollektoria, jossa niitä vetää puoleensa toisen jännitelähteen suuri positiivinen varaus.



Kuva: NPN-transistori johtavassa tilassa. Pienellä kantavirralla voidaan ohjata suurempaa virtaa kollektorilta emitterille.

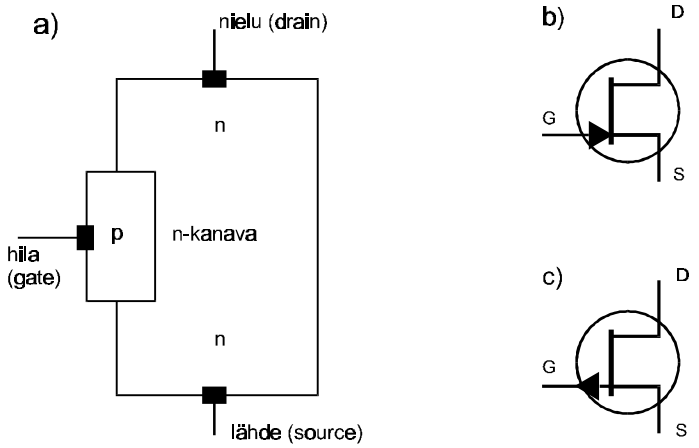
Käytännössä hyvin pienet kantavirran muutokset aiheuttavat suuria muutoksia kollektorivirrassa (virta emitteriltä kollektorille). Juuri tästä syystä transistoria voidaan käyttää vahvistimena. Kuitenkin digitaalitekniikassa ollaan lähinnä kiinnostuneita vain sen käytöstä kytkimenä. Kuten aiemmin todettiin PNP-transistorin toiminta vastaa NPN-transistorin toimintaa, mutta päinvastaisilla polariteeteilla, eli PNP-transistorissa emitterillä ja kollektorilla varauksenkuljettajat ovat aukkoja ja kannalla vastaavasti elektronit. NPN- ja PNP-transistoreja kutsutaan myös bipolaarisiksi transistoreiksi, koska niiden toiminta edellyttää sekä enemmistö- että vähemmistövarauksenkuljettajia.

Reilusti yksinkertaistaen transistorin voidaan ajatella olevan vain säätövastus. Kollektorin ja emitterin välistä resistanssin suuruutta ja siis myös kollektorivirtaa voidaan ajatella säädettävän kannalla olevasta nupista . Itse asiassa sana transistor on johdettu sanoista ***Tran****sfere Re****sistor***.

FET eli kanavatransistori

Edellä todettiin että NPN- ja PNP-transistorit ovat virralla ohjattavia puolijohteita, eli suurempaa virtaa ohjataan pienellä ohjausvirralla. Kanavatransistori *(FET, Field Effect Transistor)* on jänniteohjattu komponentti, eli pienellä ohjausjännitteellä kontrolloidaan suurempaa virtaa. Kanavatransistorin etuna on sen ohjauselektrodin tarvitsema hyvin pieni virta (eli hyvin suuri sisäänmenoimpedanssi) joka voi olla luokkaa < 1 pA. Kanavatransistorit eivät näin ollen kuormita ohjausasteita.

Kanavatransistoreita on kahta päätyyppiä: liitoskanavatransistori *(JFET, Junction FET)* ja eristehilakanavatransistorit *(IGFET, Insulated Gate FET)*. Tavallisesti kanavatransistoreissa on kolme elektrodia, jotka ainakin jossain määrin ovat transistorin elektrodeja vastaavia: transistorin kantaa vastaa hila *(G=Gate)*, kollektoria nielu *(D=Drain)* ja emitteriä lähde *(S=Source)*.



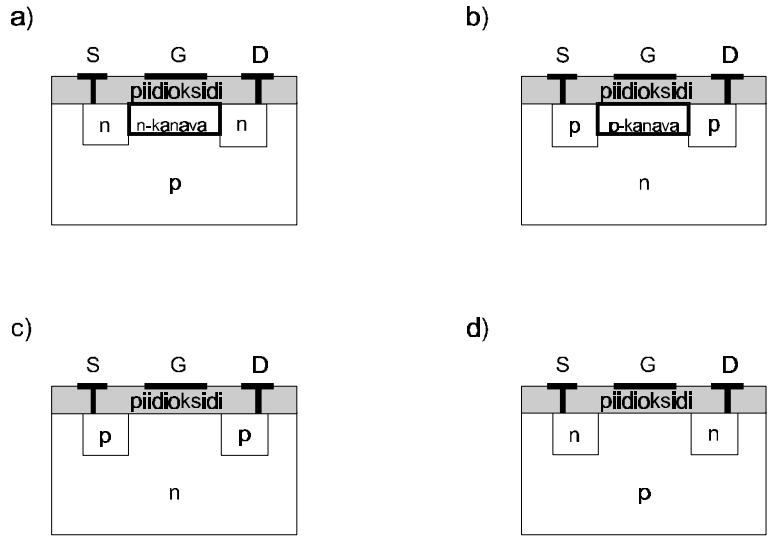
Kuva:
a) kanavatransistorin rakenne
b) N-kanavaisen JFET:n piirrosmerkki
c) P-kanavaisen JFET:n piirrosmerkki

Transistorin kollektorivirtaa vastaa nieluvirta ja kantajännitettä hilajännite. Kanavatransistorit ovat unipolaarisia, koska varaus kuljetetaan niissä vain enemmistövarauksenkuljettajien avulla. N-tyypin JFET koostuu N-tyypin putkimaisesta puolijohteesta, jonka keskivaiheilla (voi myös ympäröidä useammalta suunnalta) on P-tyypin hila. Hilaan kytketään negatiivinen jännite. PN-rajapintaan muodostuu tyhjennysalue jonka suuruutta muuttamalla voidaan nieluvirtaa vaihdella. Mitä suurempi tyhjennysalue on, sitä enemmän muodostunut sähkökenttä rajoittaa elektronien kulkua.

P-tyypin hila on voimakkaammin seostettu kuin N-tyypin putki, jolloin tyhjennysalue on yksinomaan N-tyypin putkessa. Kanavatransistorissa varauksenkuljettajina toimivat yksinomaan enemmistövarauksenkuljettajat, joten se on vähemmän herkkä lämpötilan ja ionisoivan säteilyn vaikutuksille.

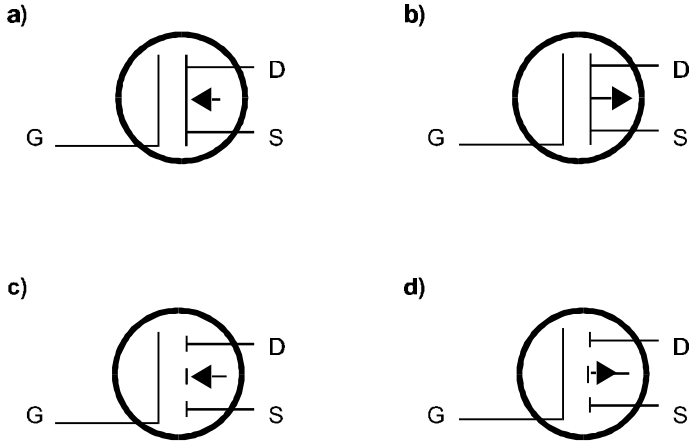
Eristehilakanavatransistoreissa hila on eristetty hyvin ohuella eristeellä N- tai P-kanavasta. Yleisin käytetty eristemateriaali on piidioksidi, jolloin komponenteista käytetään nimitystä MOSFET. Eristehilakanavatransistorien etuna on vielä tavallista kanavatransistoria suurempi sisääntuloimpedanssi. Haittapuolena on kasvanut herkkyys staattiselle sähkölle.

Eristehilakanavatransistoreita on kahta päätyyppiä: sulkutyyppinen IGFET ja avaustyyppinen IGFET. Sulkutyypin IGFET:n kanavassa kulkee aina suurin mahdollinen virta kun hila ei ole kytketty jännitteeseen. Vastaavasti avaustyypin IGFET:n kanavassa ei kulje virtaa, jos hilajännitettä ei ole kytketty. Seuraavassa kuvassa on esitettynä erityyppisten MOSFET-transistorien rakenteet.



Kuva: MOSFET-transistorien rakenteet.
a) N-kanavainen sulkutyyppinen
b) P-kanavainen sulkutyyppinen
c) N-kanavainen avaustyyppinen
d) P-kanavainen avaustyyppinen

Seuraavassa kuvassa esitetään vastaavat piirrosmerkit.



Kuva: MOSFET-transistorien piirrosmerkit.
a) N-kanavainen sulkutyyppinen
b) P-kanavainen sulkutyyppinen
c) N-kanavainen avaustyyppinen
d) P-kanavainen avaustyyppinen

Vastukset ja kondensaattorit eli passiiviset komponentit

Kertaamme lyhyesti vastuksien ja kondensaattoreiden ominaisuuksia, jotta myöhemmin selitettävien kytkentöjen toiminnan ymmärtäminen olisi helpompaa. Tästä osasta on tietoisesti jätetty pois kelat, koska niiden merkitys digitaaliteknikassa on vähäinen. On tosin muistettava, että impedanssikäsitteen ymmärtäminen edellyttää myös kelojen tuntemista, joten niidenkin ominaisuuksiin kannattaa tutustua, vaikka ei olisikaan mikään radioteknikko. Impedanssihan muodostuu vaihtovirran tapauksessa tavallisesta taajuudesta riippumattomasta resistanssista (taajuudesta riippumaton), kapasitiivisesta reaktanssista (taajuudesta riippuva) ja induktiivisesta reaktanssista (taajuudesta riippuva).

Vastukset

Vastus *(Resistor)* on passiivinen komponentti, jota käytetään lähes jokaisessa mahdollisessa kytkennässä. Itse asiassa on hyvin vaikeaa löytää sovellusta missä vastuksia ei käytettäisi. Yleensä niitä käytetään muuttamaan jännite virraksi, rajoittamaan virtaa tai muodostamaan haluttu jännite jännitejakajan muodossa.

Vastuksen toiminta perustuu sen hienorakenteeseen, jonka tehtävänä on vastustaa elektronien liikettä halutun suuruisesti. Elektronien liikettä vastustavaa ominaisuutta kutsutaan resistanssiksi, jonka yksikkö on ohmi. Vastusmateriaalina voi olla esimerkiksi hiili tai jokin muu resistanssia omaava materiaali. Vastuksia on yleensä saatavissa nollasta ohmista 20 Megaohmiin.

Vastuksen esittelyn yhteydessä voimme kerrata ohmin lain, eli vastuksen läpi kulkeva virta on suoraan verrannollinen sen yli vaikuttavaan jännitteeseen:

$$R = \frac{V}{I}$$

Missä R on resistanssi ohmeina, V on vastuksen yli vaikuttava jännite voltteina ja I on virta ampeereina. Resistanssi on taajuudesta riippumaton.

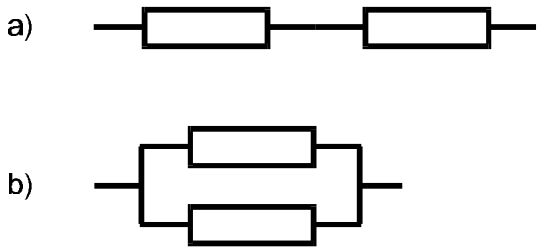
Kerrataan vielä vastusten sarjaan- ja rinnankytkentä. Olkoon kaksi vastusta, joita merkitään R_1 ja R_2. Sarjaan kytketyt vastukset on helppo tapaus, resistanssit lasketaan vain yhteen

$$R = R_1 + R_2$$

Rinnankytkennässä vastaavasti resistanssi lasketaan kaavalla:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad TAI \quad = \quad \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Seuraavassa kuvassa esitetään vastusten kytkennät graafisesti.



Kuva:
a) vastukset sarjaankytkennässä
b) vastukset rinnankytkennässä

Kondensaattori

Kondensaattorit *(Capacitor)* ovat passiivisia komponentteja, jotka yksinkertaisimmillaan koostuvat kahdesta toisiaan lähellä olevista levystä, joissa on johtimet. Levyt eivät kosketa toisiaan. Tällainen komponentti ei päästä lävitse tasavirtaa, mutta sitä vastoin se päästää lävitseen vaihtovirtaa. Kondensaattoriin varautuu tietty sähkövaraus, joka on riippuvainen kondensaattorin yli vaikuttavasta jännitteestä:

$$Q=CV$$

Kaavassa Q on muodostuneen sähkökentän sähkövaraus Coulombeina toisella levyllä, C on kondensaattorin kapasitanssi faradeina ja V on jännite kondensaattorin yli mitattuna (johtimien välillä). Vaihtovirtakin tosin kohtaa kondensaattorin vaikutuksesta resistanssia, jota kutsutaan kapasitiiviseksi reaktanssiksi. Kapasitiivinen reaktanssi on taajuudesta riippuva, joten vaihtovirran tapauksessa sen voidaan sanoa olevan eräänlainen taajuudesta riippuva vastus.

Sarjaan- ja rinnankytkettyjen kondensaattoreiden kapasitanssit on helppo laskea (samaan tapaan kuin vastuksilla, mutta päinvastoin). Olkoon kaksi kondensaattoria, joilla on kapasitanssit C_1 ja C_2. Sarjaankytkennässä kokonaiskapasitanssi saadaan seuraavasti:

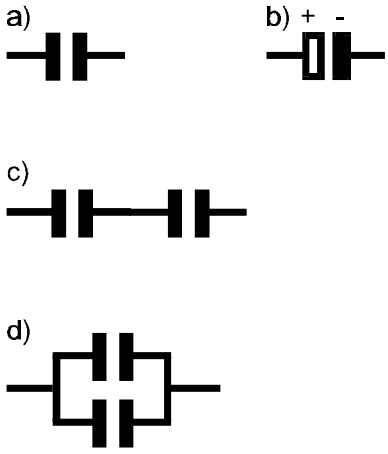
$$C=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2} \quad TAI \quad = \quad \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}}$$

Rinnankytkennässä kapasitanssit lasketaan yksinkertaisesti yhteen, kuten vastusten sarjaankytkennässä:

$$C=C_1+C_2$$

Kondensaattoreita on sekä kiinteitä että säädettäviä. Kiinteän kapasitanssin kondensaattoreita valmistetaan mm. polymeereistä (polyesteri, polystyreeni, polykarbonaatti, polypropyleeni ja teflon) sekä keramiikasta. Polymeeristä ja keramiikasta valmistetut kondensaattorit ovat hyviä yleiskondensaattoreita, jotka soveltuvat myös korkeille taajuuksille. Elektrolyyttikondensaattoreissa (alumiini tai tantaali) metalli on päällystetty oksidikerroksella (hyvä eriste), joka voidaan tehdä hyvin ohueksi.

Metallipinnat, jotka on erotettu ohuella paperilla (joko elektrolyytissä tai ilman), saadaan täten hyvin lähelle toisiaan, joka edelleen mahdollistaa suuren kapasitanssin. Muista kondensaattoreista poiketen elektrolyyttikondensaattoreilla on tietty napaisuus, jota pitää noudattaa (väärinpäin kytketty tantaaalielektrolyyttikondensaattori muistuttaa erehdyttävästi roomalaista kynttilää). Alumiinielektrolyyttikondensaattorit soveltuvat vain pientaajuussovelluksiin niiden suurien häviöiden vuoksi korkeilla taajuuksilla (> 25 kHz). Tantaalielektrolyyttikondensaattorit soveltuvat paremmin korkeille taajuuksille aina muutamiin satoihin kilohertseihin asti.



Kuva:
a) kondensaattorin piirrosmerkki
b) elektrolyyttikondensaattorin piirrosmerkki
c) sarjaankytketyt kondensaattorit
d) rinnankytketyt kondensaattorit

Loogiset portit

Tässä luvussa käsitellään loogisia portteja ja niitä vastaavia loogisia operaatioita. Monimutkaisimmatkin digitaaliset laitteet pohjautuvat näihin loogisiin perusoperaatioihin eli näitä toimintoja palveleviin mikropiireihin.

Perusoperaatioita ovat NOT, AND ja OR (vakiintuneen merkintätavan ja tekstin luettavuuden vuoksi tässä yhteydessä ei käytetä suomenkielisiä vastineita EI, JA sekä TAI).

Näiden lisäksi on olemassa näiden johdannaisia: NOR (not OR), NAND (not AND), XOR (exclusive OR) ja XNOR (exclusive not OR). Itse asiassa NOR ja NAND portit ovat käytännössä hyödyllisempiä kuin vastaavat perusportit. Perusporttien piirrosmerkit ovat koottuna luvun lopussa olevassa taulukossa, jossa oikeanpuoleisessa sarakkeessa on USA-standardi ja vasemmanpuoleisessa sarakkeessa SFS-standardin mukaiset merkit.

NOT-portti eli invertteri

Invertteri (NOT-portti) suorittaa operaation jota kutsutaan invertoinniksi tai komplementoinniksi. Logiikassa (olettaen 2-tasoinen logiikka) tämä tarkoittaa loogisen tason muuttamista toiseksi. Sähkötekniikan kannalta ajateltuna tietty jännitetaso muunnetaan vastakkaiseksi. Jos kyseessä ovat bitit, tarkoittaa invertointi ykkösen muuttumista nollaksi (1->0) tai nollan muuttamista ykköseksi (0->1). Seuraavassa taulukossa on esitettynä invertterin totuustaulu

NOT-portin totuustaulu	
Tulosignaali	**Lähtösignaali**
1	0
0	1

AND-portti

AND-portti (JA-portti) on perusportti, jonka pohjalle kaikki loogiset funktiot rakentuvat. AND-portilla voi olla kaksi tai useampia sisääntuloja. AND-portin ulostulo on ylhäällä (eli jännite ylhäällä) vain kun kaikki sisäänmenot ovat ylhäällä. AND-operaatio toimii logiikassa kertolaskuna. Seuraavassa taulukossa on AND-portin totuustaulu kahden sisäänmenon (A ja B) tapauksessa.

AND-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR-portti

OR-portti (TAI-portti) on myös perusportti, jonka pohjalle loogiset funktiot rakentuvat. OR-portilla voi olla kaksi tai useampia sisääntuloja. OR-portin ulostulo on ylhäällä, kun mikä tahansa sen sisääntuloista on ylhäällä, ja vastaavasti ulostulo on alhaalla, kun kaikki sisäänmenot on alhaalla. OR-operaatio toimii loogisena yhteenlaskuna. Seuraavassa taulukossa on OR-portin totuustaulu kahden sisäänmenon tapauksessa.

OR-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NAND-portti

NAND-portti (EI-JA-portti) on AND-portin johdannainen, joka on merkittävä sikäli, että sillä voidaan suorittaa (kombinaationa) AND, OR ja NOT operaatioita. NAND-portilla voi olla kaksi tai useampia sisääntuloja. NAND-portin ulostulo on alhaalla, kun molemmat sisääntulot ovat ylhäällä. Kun mikä tahansa sisääntuloista on alhaalla, on ulostulo ylhäällä. Seuraavassa taulukossa on NAND-portin totuustaulu kahden sisäänmenon tapauksessa

NAND-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR-portti

NOR-portti (EI-TAI-portti) on hyödyllinen logiikan perusportti, jolla voidaan (kombinaationa) toteuttaa AND, OR ja NOT operaatioita. NOR-portilla voi olla kaksi tai useampia sisääntuloja. NOR-portin ulostulo on ylhäällä kun kaikki sen sisäänmenoista ovat alhaalla. Seuraavassa taulukossa on NOR-portin totuustaulu kahden sisäänmenon (A ja B) tapauksessa.

NOR-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR- ja XNOR-portit

XOR- ja XNOR-portit ovat itse asiassa aiemmin esiteltyjen perusporttien kombinaatioita, mutta näitä käsitellään kokonaisuuksina johtuen niiden keskeisestä asemasta digitaalitekniikassa.

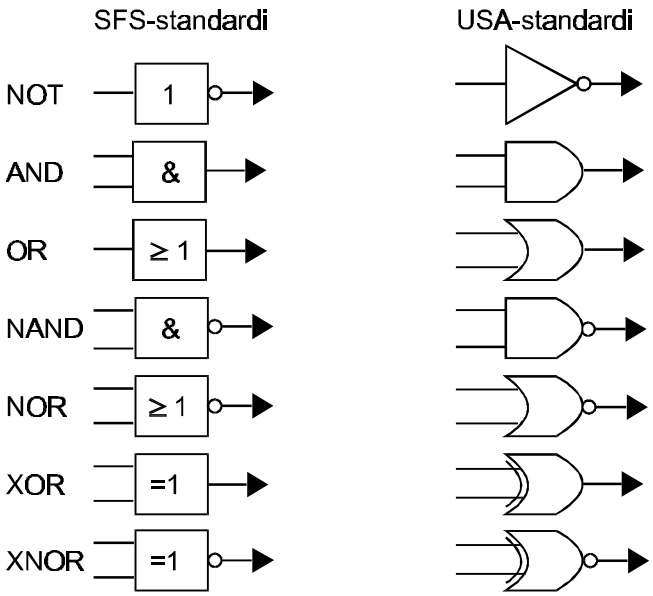
XOR-portilla on vain kaksi sisäänmenoa, poiketen täten aiemmin esitetyistä perusporteista. XOR-portin ulostulo on ylhäällä vain, kun sisäänmenot ovat eri logiikkatasoilla. Seuraavassa taulukossa on XOR-portin totuustaulu.

XOR-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR-portilla on myös vain kaksi sisäänmenoa. XNOR-portti käyttäytyy loogisesti päinvastoin kuin XOR, eli XNOR-portin ulostulo on ylhäällä kun sisäänmenot ovat loogisesti samoja. Seuraavassa taulukossa on XNOR-portin totuustaulu.

XNOR-portin totuustaulu		
A	**B**	**Ulostulo**
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Seuraavassa kuvassa on loogisten perusporttien piirrosmerkit SFS- ja USA-standardeilla.



Kuva: Loogisten perusporttien piirrosmerkit.

Logiikkaperheet

Edellä käsiteltiin perusporttien käsittämät loogiset operaatiot. Kaikki nämä loogiset portit (ja lukematon määrä muita) on saatavina integroituina piireinä (IC, Integrated Circuit) eli mikropiireinä. Käytännössä kaikki digitaalitekniikan sovellukset käyttävät mikropiirejä, koska ne ovat pieniä, luotettavia, halpoja ja niillä on pieni tehonkulutus.

Integroidut piirit toteutetaan joko bipolaarisilla tai MOSFET-transistoreilla. Bipolaaritransistoreihin perustuvia tekniikoita ovat mm. TTL ja ECL. MOSFET-transistoreihin pohjautuvia tekniikoita ovat CMOS ja NMOS.

Lisäksi integroidut piirit voidaan jakaa analogisiin ja digitaalisiin. Tässä yhteydessä käsitellään vain digitaalisia integroituja piirejä. Analogisista integroiduista piireistä tunnetuimmat ovat varmaankin operaatiovahvistimia.

Tässä luvussa esitellään tärkeimmät logiikkaperheet: TTL ja CMOS.

TTL-perhe

Lyhenne TTL tulee sanoista Transistor-Transistor Logic, joka viittaa bipolaaritransistorien käyttöön perusoperaatioiden aikaansaamisessa. TTL-perheessä on useita eri piirisarjoja, jotka eroavat toisistaan muun muassa kulkuaikaviiveissä ja tehohäviöissä. Tärkeimmät TTL-perheet ovat seuraavassa taulukossa.

Tärkeimmät TTL-piirisarjat

Piirisarja	Etuliite
Tavallinen TTL	54 tai 74
Pienitehoinen TTL	54L tai 74L
Schottky TTL	54S tai 74S
Pienitehoinen Schottky TTL	54LS tai 74LS
Kehittynyt pienitehoinen Schottky TTL	54AS tai 74AS
Nopea F-TTL	SN74F00

ECL-perhe

ECL-perheen piireillä on suurin toimintanopeus, mutta vastaavasti suurin tehonkulutus. ECL-piirejä käytetään suurta nopeutta vaativissa aikakriittisissä sovelluksissa. ECL tulee sanoista emitterikytketty logiikka *(Emitter Coupled Logic)*.

CMOS-perhe

Lyhenne CMOS tarkoittaa komplementaarista metallioksidi puolijohdetta *(Complementary Metal Oxide Semiconductor)*. CMOS-tekniikalla valmistetut piirit käyttävät FETtejä, eli nämä ovat unipolaarista piiriperhettä.

Yhä suurempi osa kaikista integroiduista piireistä on CMOS-tekniikalla valmistettuja. Kaikki TTL-tekniikalla toteutetut loogiset funktiot löytyvät myös CMOS-perheestä. CMOS-piireillä on lukuisia etuja TTL-piireihin verrattuna, kuten esimerkiksi pienempi tehonkulutus, laajempi käyttöjännitealue, hyvä häiriönsietokyky ja suurempi kuormitettavuus.

CMOS-piirisarjat voidaan jakaa kahteen kategoriaan: metallikanta CMOS- ja piikanta CMOS -tekniikkaan. Vanhin näistä on 4000-sarja (metallikanta CMOS). Uudemmat piikanta CMOS-tekniikat ovat 74C, 74HC ja 74HCT. 74 sarjan CMOS-piirit ovat jalkajärjestykseltään yhteensopivia TTL:ien kanssa. 74HC ja ja 74HCT ovat laajalti käytettyä HCMOS-sarjaa, jotka ovat suurinopeuksisia (TTL tasoa), mutta joilla on pieni tehonkulutus.

Integrointiaste

Integrointiastetta (pakkausaste, pakkaustiheys), eli yhden piirin sisältämien komponenttien määrää, kuvataan usein tietyllä kirjainlyhenteellä. Seuraavassa taulukossa on esitettynä integrointiasteet alkaen yksinkertaisimmasta.

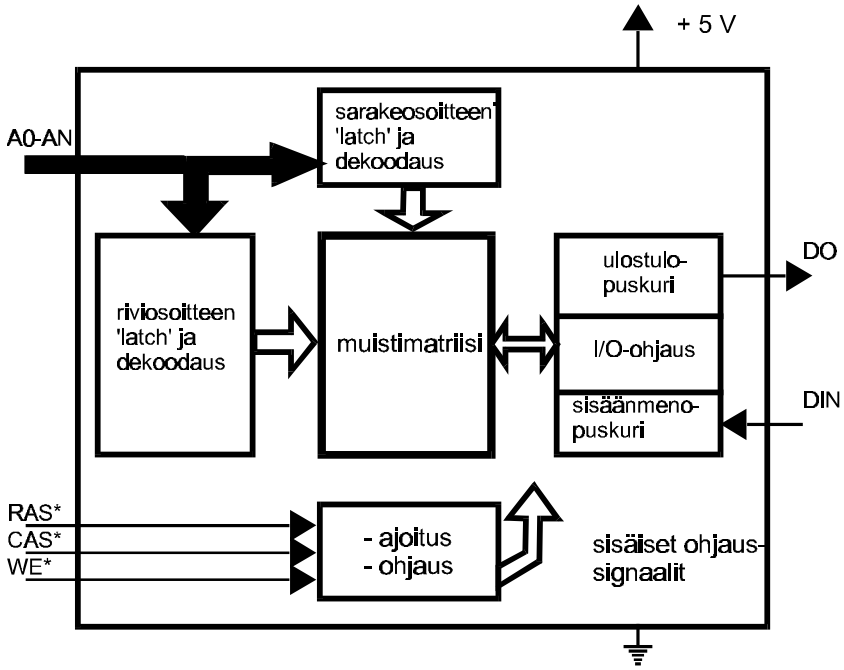
Integrointiasteet		
Inegrointiaste	**Portteja**	**Transistoreita**
SSI, pienitiheyspiirit (Small Scale Integration)	< 12	100
MSI, keskitiheyspiirit (Medium Scale Integration)	12 - 99	1 000
LSI, suurtiheyspiirit (Large Scale Integration)	100 - 999	100 000
VLSI, hyvin suuritiheyksiset piirit (Very Large Scale Integration)	1 000 - 9 999	1 000 000
ULSI, erittäin suuritiheyksiset piirit (Ultra Large Scale Integration)	10 000 - 99 999	10 000 000

Dynaaminen RAM

Tässä luvussa käydään läpi DRAM-muistin toiminnan perusteet. Ensimmäisenä käsitellään yksittäiset elementit, jonka jälkeen muistipiirien ajoituskaavioihin. Näiden tietojen avulla opit ymmärtämään kuinka muistipiirit toimivat.

Rakenne

DRAM-muistin sisäinen rakenne koostuu seuraavista toiminnallisista kokonaisuuksista.



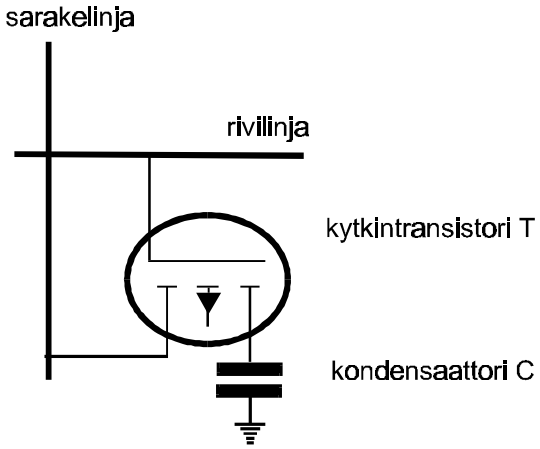
Kuva: DRAM-muistipiirin sisäinen rakenne.

- Muistimatriisista, joka on kokoelma muistin perusyksiköitä. Kullakin muistiyksiköllä voidaan ajatella olevan tietyt koordinaatit, jotka muodostetaan vastaavilla dekoodereilla.

- Muistin osoittamiseen tarvittavista rividekoodereista ja latcheista eli lukkopiireistä. Lukkopiirejä käytetään lyhytaikaiseen tiedon tallettamiseen.

- Muistin osoittamiseen tarvittavista sarakekoodereista ja latcheista
- Ajoitus- ja ohjauslogiikasta (sisäinen ohjaus sekä I/O)
- Puskuripiireistä

DRAM-muistin perusyksikkö, joka voi tallettaa joko 0:n tai 1:n, koostuu yksinkertaisesti transistorista ja kondensaattorista, johon on talletettu binääristä dataa vastaava varaus.



Kuva: DRAM-muistiyksikön rakenne.

Looginen nolla vastaa (kondensaattorissa) varauksen puuttumista ja looginen ykkönen vastaavasti määritellyn suuruista varausta. Kondensaattorin varauksen yhteydessä voidaan puhua myös kondensaattorin jännitteestä. Loogisen nollan tapauksessa kondensaattorin levyjen välinen jännite on nolla ja loogisen ykkösen tapauksessa piirin jännitelähteen suuruinen (esim. 5 V).

Kondensaattorien vuotovirtaominaisuuksista ja hyvin pienestä kapasitanssista (yleensä alle 0,1 pF) johtuen (varaus/jännite pienenee ajan funktiona). DRAM-muistipiirejä pitää virkistää (refresh operation) säännöllisin väliajoin (1 - 4 ms). Muistinvirkistys tarkoittaa muistiyksikön binääriarvon tunnistamista, lukemista ja uudelleenkirjoittamista. Haittapuolena tästä operaatiosta on lisääntynyt oheispiirien tarve. Virkistysoperaatiosta huolimatta DRAM-tekniikalla saadaan kaikista muistipiireistä suurimmat pakkaustiheydet (LSI/VLSI/ULSI), johtuen juuri perusyksikön yksinkertai-

suudesta.

DRAM-perusyksikön toiminta

Muistiyksikön elementti koostuu yhdestä N-kanavaisesta MOSFET-transistorista T ja kondensaattorista C. Transistorin kanta *(Gate)* on liitetty rivilinjaan (tavu - tai sanalinja) ja sen nielu *(Drain)* vastaavasti sarakelinjaan (bittilinjaan).

Luku ja kirjoitus

Luettaessa tiettyä muistiyksikköä, täytyy sen koordinaatteja vastaava riviosoitelinjajännite nostaa ylös. Tällöin transistori tulee johtavaksi ja kondensaattori kytkeytyy rinnan sarakelinjan päässä olevan kondensaattorin C_L kanssa.

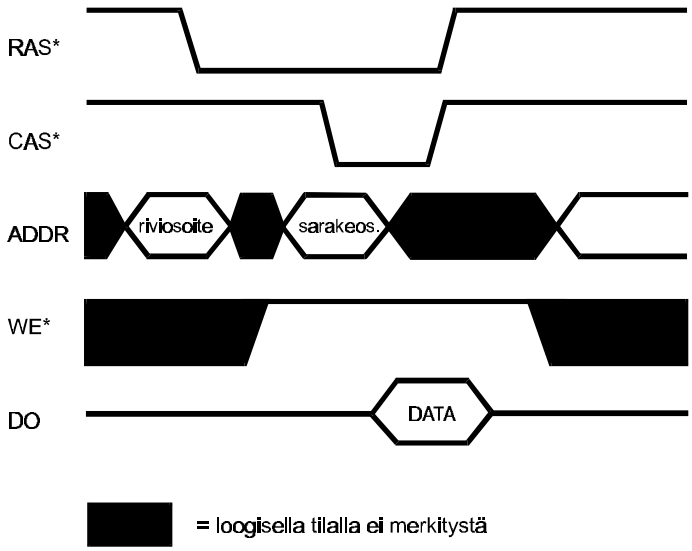
Jos yksikköön on talletettu looginen ykkönen, jännite/varaus C_L nousee. Todellisuudessa se muuttuu hyvin vähän, koska kondensaattori C_L on kapasitanssiltaan huomattavasti suurempi kuin C. Jos yksikössä on loogisen nolla, kondensaattori C_L:n varaus ei muutu.

Mahdollinen muutos kondensaattorissa ilmaistaan sopivalla kytkennällä ja vahvistetaan sarakelinjassa olevassa varausherkässä vahvistimessa. Vahvistimelta saatu looginen taso siirretään DRAM-piirin ulostuloon. Samalla suoritetaan muistiyksikön virkistys eli vahvistettu varaus siirtyy kondensaattoriin C.

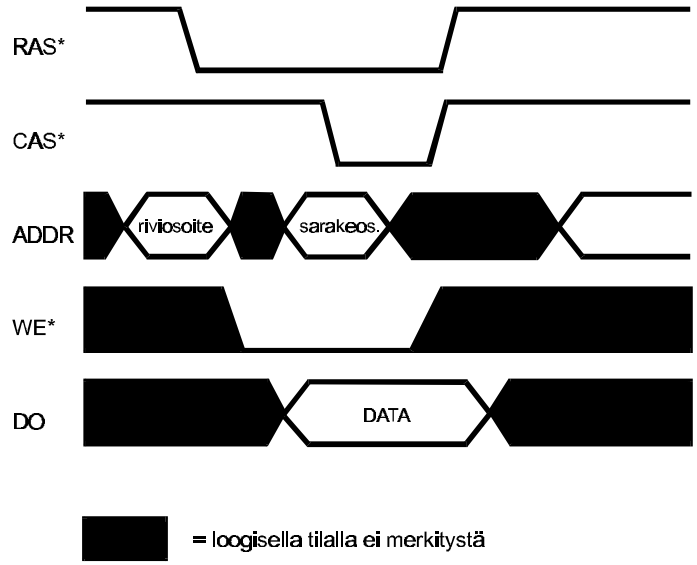
Kirjoitusoperaatiossa kirjoitettava tieto siirretään sarakedekooderin avulla sarakelinjoille. Kun rivilinjan jännite on ylhäällä, eli transistori T johtaa, tallettuu bitin looginen taso kondensaattoriin C. Virkistysoperaatio suoritetaan edellä mainitun kuvauksen mukaisesti yksi rivi kerrallaan. Virkistyksen aikana muistioperaatiot ovat kiellettyjä.

Ajoituskaavio

Muistipiirin toimintaa on hyödyllistä tarkastella myös ajoituskaavioiden perusteella. Seuraavissa kuvissa on esitettynä yksinkertaistetut ajoituskaaviot DRAM-piirin luku- ja kirjoitusoperaatioista.



Kuva: DRAM-piirin lukuajoituskaavio.



Kuva: DRAM-piirin kirjoitusajoituskaavio.

Kaavioissa on huomattava että rivi- ja sarakeosoitteet tulevat samoille sisääntulolinjoille *(Multiplexing)* A0-AN. Ajoituskaaviot ilmaisevat kunkin muuttujan (linjan) loogisen tilan kunakin ajankohtana. Suorituksen aikana niitä luetaan siis vasemmalta oikealle.

Käytännössä muistipiirien tarvitsemat ulkoiset ohjaussignaalit tulevat erilliseltä muistiohjaimelta *(DMC, Dynamic Memory Controller)*.

Jatkossa esiintyvät lyhenteet (muuttujat) A0-AN, RAS, CAS, WE ja D0-DN ovat fyysisesti olemassa DRAM-piirin jalkoina . Merkintä * (tähti) loogisen muuttujan perässä tarkoittaa, että kyseinen muuttuja on tosi kun looginen taso on nolla. Yksinkertaistamisen vuoksi seuraavassa malliesimerkissä ei ole otettu huomioon (eikä myöskään merkitty) mahdollisia ajoituksien kriittisiä raja-arvoja, joilla eri piirien toiminta yleensä tarkasti määritellään.

Lukuoperaation aluksi asetetaan luettavan muistipaikan riviosoite linjoille A0-AN, jonka jälkeen aktivoidaan riviosoitelinja RAS* *(Row Address Strobe)* vetämällä jännite nollaan. Nyt DRAM-piiri reagoi ja siirtää annetun riviosoitteen riviosoitelukkopiiriin *(Row Address Latch)*. Linja WE* *(Write Enable)* asetetaan inaktiiviseksi, jolla ilmaistaan, että kyseessä on lukuoperaatio. Seuraavaksi sarakeosoitteet asetetaan sarakeosoitelinjoille A0-AN ja aktivoidaan sarakeosoite linja CAS* *(Column Address Strobe)*. DRAM-piiri sisältää CAS*:n aktivoimisen seurauksena sarakeosoitteen sarakeosoitelukkopiiriin. Luettava tieto ilmestyy näkyviin tietolinjoille D0-DN, josta ne siirtyvät esimerkiksi emolevyn tietoväylälle ja josta prosessori voi lukea tiedon. Tiedon siirron aikana CAS* ja RAS* palautetaan inaktiivisiksi eli jännitteet nostetaan ylös. Seuraava luku- tai kirjoitusoperaatio voidaan aloittaa.

Kirjoitusoperaatiossa kirjoitettavan muistipaikan riviosoite siirretään osoitelinjoille A0-AN, jonka jälkeen RAS* ja WE* aktivoidaan (jännite molemmilla alas). Seuraavana asetetaan muistipaikan sarakeosoite osoitelinjoille A0-AN ja kirjoitettava tieto tietolinjoille D0-DN. Tieto talletttuu osoitettuun muistipaikkaan, kun CAS* aktivoidaan. Tietyn vähimmäisajan jälkeen RAS* ja CAS* voidaan inaktivoida. Seuraava luku- tai kirjoitusoperaatio voidaan aloittaa.

Kehittyneet DRAM-piirit

DRAM-piirien suorituskyvyn parantamiseksi on kehitetty lukuisia erilaisia tekniikoita, joista tunnetuimmat ovat FPM ja EDO.

FPM DRAM

FPM *(Fast Page Mode)* tekniikassa käytetään hyväksi muistin jakamista fyysisiin sivuihin. DRAM-rakenteessa saman sivun bitit sijaitsevat samalla rivillä. Jos haettava tieto sijaitsee samalla rivillä kuin jo aiemmin haettu tieto, tiedonhakuprosessia ei tarvitse aloittaa alusta. Seuraavan luvun kuvassa on esitettynä yksinkertaistettu FPM-muistipiirin ajoituskaavio (yhdessä EDO:n kanssa).

Tiedon lukeminen suoritetaan kuten tavallisen DRAM-piirin tapauksessa. Mutta, jos seuraavaksi luettava tieto onkin samalla sivulla (sama riviosoite), toimitaan seuraavan kuvauksen mukaisesti (vrt. tavallinen DRAM).

Kun luettava data on valmiina luettavaksi, CAS* voidaan inaktivoida (jännite ylös) tavalliseen tapaan, mutta RAS* jätetäänkin aktiiviseksi (Jännite alhaalla). Kun CAS* on ollut inaktiivinen riittävän pitkän ajan voidaan asettaa uusi sarakeosoite osoitelinjoihin A0-AN. Näin voidaan jatkaa kunnes haettava data ei ole enää samalla sivulla tai muistiohjaimelta tulee virkistyskäsky, jolloin RAS* pitää inaktivoida.

FPM-muistipiirin kirjoitusoperaatio eroaa tavallisen DRAM-piirin toiminnasta siten, että RAS* pidetään alhaalla ja seuraava sarakeosoite voidaan asettaa linjoille A0-AN, jos kirjoitettavat datat ovat samalla sivulla (sama riviosoite).

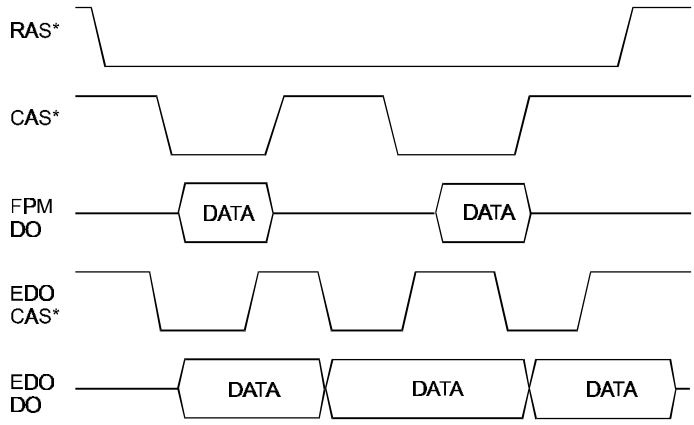
Näillä toiminnoilla saadaan nopeutettua luku- ja kirjoitusoperaatioita.

EDO DRAM

EDO *(Extended Data Output)* on FPM DRAM -tekniikan kehittyneempi versio. Tavallisen DRAM-muistipiirin saantiaika on tavallisesti noin 85 - 125 ns, mutta EDO DRAM:lla saantiajat ovat vielä 10 - 20 % lyhyempiä. Kyseinen ajansäästö vaikuttaa näinollen suoraan tietokoneen suorituskykyyn.

On muistettava, että EDO-piirit vaativat emolevyn, jossa on sopivat muistiohjaimet. Tämän voi tarkistaa emolevyn mukana tulevasta manuaalista.

Seuraavassa kuvassa on esitettynä yksinkertaistettu EDO-muistipiirin ajoituskaavio (yhdessä FPM:n kanssa). Saavutettu etu piilee ohjainyksikön ajansäästössä (noin 10 ns) ennen jokaisen sarakeosoitteen asettamista (DRAM/FPM-piireissä edellytetään tiettyä vähimmäisaikaa). Käytännössä EDO DRAM -piirin ulostuloajuripiiristöä *(Output Drivers)* ei ajeta inaktiiviseksi, kun CAS* tulee inaktiiviseksi. Muutoin toiminta on analogista FPM DRAM -piiriin verrattuna.



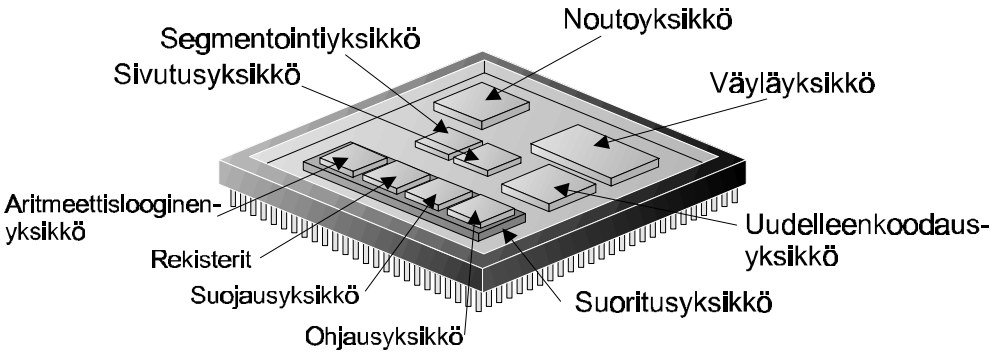
Kuva: FPM- ja EDO-muistipiirien ajoituskaaviot yksinkertaistettuna.

Mikroprosessori

Tässä luvussa esitellään lyhyesti mikroprosessorin *(CPU, Central Processing Unit)* toimintaperiaate ja eri yksiköiden toiminta.

Toimintaperiaate

Prosessori koostuu monesta yksiköstä, joista jokainen toimii tiettyjen tehtävien mukaisesti. Seuraavana käymme lyhyesti yksinkertaisen esimerkin 386-prosessorilla suoritettuna.



Kuva: Prosessorin pääosat.

Noutoyksikkö *(Prefetch Unit)* pyytää väyläyksikön antamaan muistista seuraavan käskyn. Noutoyksikkö pystyy jonottamaan käskyjä, jotka suoritetaan sitten peräkkäisjärjestyksessä. Noutoyksikön on myös varmistettava, että käskyjen koodausyksikkö *(Decode Unit)* ei joudu turhaan odottelemaan seuraavia käskyjä. Tässä esimerkissä laskemme kaksi lukua yhteen.

Samaan aikaan segmentointi- ja sivutusyksikkö kääntävät käskyn virtuaaliosoitteen fyysiseen muotoon, jonka ohjelmisto ja väyläyksikkö *(Bus Interface Unit)* ymmärtävät muistiosoitteena. Väyläyksikkö hoitaa kaiken liikenteen prosessorin ja mikron muiden osien välillä.

Väyläyksikkö noutaa käskyn muistista ja lähettää sen noutoyksikköön, joka ohjaa sen uudelleenkoodausyksikköön *(Decode Unit)*. Siellä käsky tutkitaan ja käännetään muotoon, jonka suoritusyksikkö *(Execution Unit)*

ymmärtää. Käsky lähetetään suoritusyksikköön. Tässä tapauksessa käsky tunnistetaan kahden numeron yhteenlaskuksi.

Suoritusyksikössä oleva ohjausyksikkö *(Control Unit)* määrittelee suorituksen toiminnon ja ajoituksen. Tässä tapauksessa ohjausyksikkö lähettää ensimmäisen numeron virtuaaliosoitteen suojausyksikölle *(Protection Test Unit)*. Suojausyksikkö huolehtii, että suoritusyksikössä tapahtuvat tehtävät ovat sallittuja ja tehtävään kuulumattomia muistilohkoja ei muokata.

Tässä tapauksessa suojausyksikkö varmistaa, että ohjausyksikkö saa osoittaa ensimmäisen numeron muistiosaa. Sen jälkeen se lähettää luvun segmentointi- ja sivutusyksikölle, jotka kääntävät virtuaaliosoitteen fyysiseksi osoitteeksi väyläyksikköä varten.

Väyläyksikkö paikallistaa ja palauttaa numeron suojausyksikön kautta suoritusyksikköön ja se tallennetaan rekisteriin. Samanlainen numeron noutotoimenpidesarja suoritetaan toisen numeron kohdalla.

Aritmeettislooginen yksikkö *(Arithmetic Logic Unit)* laskee summan luvuista, joista toinen on rekisterissä ja toinen on juuri noudettu muistista.

Ohjausyksikkö pyytää väyläyksikköä tallentamaan lasketun luvun keskusmuistiin. Segmentointi- ja sivutusyksikkö laskevat taas fyysisen tallennusosoitteen.

Osoiteavaruus

Osoiteavaruus tarkoittaa sitä, kuinka suurta muistimäärää prosessori voi käsitellä. Muistimäärän kokoa mitataan osoitelinjojen määrällä eli kuinka monta bittiä osoitetta kohden on käytettävissä.

Kunkin osoitelinjan tila voi olla "0" tai "1". Pienin osoite on siten 20 bittisellä järjestelmällä 0000 0000 0000 0000 0000 ja suurin 1111 1111 1111 1111 1111. Suurin osoite on heksadesimaalisena FFFFF, joka on desimaalisena 1048575 eli 1024 kt - 1. Osoiteavaruus on kuitenkin tasan yksi megatavu, koska myös osoite 0 on myös käytössä.

Intel 8088 -prosessorissa on 20 osoitelinjaa ja 80286- ja 80386SX-prosessoreissa on 24 osoitelinjaa. Suurin muistimäärä siis 16 Mt. 80386DX, 80486- ja Pentium-prosessoreissa on osoitelinjoja 32. Suurin muistimäärä on 4 096 Mt eli 4 Gt.

Osoitteen muodostus

Osoite muodostetaan kahdesta osasta, segmenttiosoitteesta ja offset-osoitteesta, yleensä puhutaan segmentistä ja offsetista. Osoite merkitään segment:offset, esimerkiksi B000:8000. Osoitteet ilmaistaan yleensä heksadesimaalilukuina.

Todellinen osoite saadaan laskemalla segment- ja offset-osoitteet yhteen siten että segmenttiosoitetta siirretään 1 numero (= 4 bittiä) vasemmalle (tai offsettia 1 numero oikealle):

```
8000→     8000   segment
B000→  +  B000   offset
         8B000   todellinen osoite
```

Sama todellinen osoite voidaan muodostaa myös muilla segment:offset-osoitteiden arvoilla, esimerkiksi:

```
            1
7F00→      7F00   segment
C000→   +  C000   offset
          8B000   todellinen osoite
```

F + C = 1B, **B** tulee viivan alle ja **1** muistiin
15 + 12 = 27 (27 - 16 = 11 = **B**)

Huomaa, että segmentin vasemmanpuoleisen merkin painoarvo on 64 kt.

Rekisterit

Rekisterillä tarkoitetaan

- Tiedon käsittelyyn tai osoitteen muodostukseen tarkoitettua keskusyksikössä *(CPU, **C**entral **P**rosessing **U**nit)* olevaa nimettyä muistipaikkaa. Keskusyksiköstä, joka on mikrotietokoneissa mikroprosessori, käytetään tästä lähtien nimitystä CPU.

CPU:ssa on tyypistä riippuen 16- tai 32-bittisiä rekistereitä, joitakin 16-bittisiä rekistereitä voidaan käyttää kahtena 8-bittisenä rekisterinä, kuten 32-bittisiä rekistereitä voidaan käyttää kahtena 16-bittisenä rekisterinä.

Prosessoreissa on eri tarkoituksia varten erilaisia rekistereitä, esimerkiksi akkurekisteri nimeltään AX, yleiskäyttöiset rekisterit BX, CX ja DX sekä konekielisen käskyn osoitteen segmentin *(CS, **C**ode **S**egment)* ja offsetin (IP, **I**nstruction **P**ointer) sisältävät rekisterit.

- Keskusyksikön ja lisäkorttien mikropiireissä on laitteiden ohjaukseen ja tiedonsiirtoon tarkoitettuja osoitteellisia I/O *(**I**nput/**O**utput)*-muistipaikkoja. Näiden rekistereiden pituus on perus PC:ssä 8 bittiä ja AT:ssa 8 tai 16 bittiä.

  Esimerkiksi näytönohjaimessa, levykeaseman ja kovalevyn ohjaimissa sekä sarja- ja rinnakkaisliityntäpiireissä on ohjaus-, tila- ja datarekistereitä, joiden avulla toteutetaan halutut toiminnot ja huolehditaan tiedonsiirrosta CPU:lle ja CPU:lta.

Rekistereihin voidaan kirjoittaa tietoa ja rekisterin sisältämä tieto voidaan yleensä myös lukea. Jotkut rekisterit ovat write only -tyyppisiä. Tieto voidaan rekisteriin kirjoittaa, mutta yritys lukea rekisterin sisältö saattaa aiheuttaa odottamattomia ilmiöitä, kone voi esimerkiksi jumiutua.

Rekisteriyhteensopivuudella tarkoitetaan rekisterien osoitteiden ja niiden toiminnan samankaltaisuutta standardiksi muodostuneen käytännön kanssa. Mikäli ohjelma ohjaa laitteita suoraan rekisteritasolla, käyttämättä BIOSin tai DOSin palveluja, pitää laitteessa olevien rekistereiden osoitteiden olla ohjelman olettamissa I/O-muistipaikoissa. Samoin rekistereiden toiminta pitää olla ohjelman odotusten mukainen jotta ohjelma toimisi kunnolla.

Suoraa rekisteriosoitusta käytetään, kun halutaan ohjelman toimivan mahdollisimman nopeasti. Itse ohjelmoitu konekielinen rutiini saattaa toimia huomattavasti BIOSin ja DOSin vastaavia rutiineja nopeammin.

Lippurekisterit

Lippurekisterin *(Flag Register, Flags)* toiminta ja käyttötarkoitus poikkeaa tavallisen rekisterin vastaavista. Yleisesti lippurekisteri ilmoittaa kuinka asiat kullakin hetkellä ovat.

Yhdellä lippurekisterin bitillä voidaan ilmoittaa kumpi kahdesta vaihtoehdosta on voimassa, esimerkiksi kun Print Screen -toiminto on käynnissä on bitti 0 osoitteessa 0:0500 asetettu loogiseen ykköstilaan "1", normaalisti se on loogisessa nollatilassa "0".

CPU:n rekisterit

Intel 8088 ja 8086 -prosessorit

AX **A**ccumulator, akkurekisteri, akku, yleiskäyttöinen, käytetään bittien käsittelyyn ja vertailuun, joitakin konekielisiä käskyjä voi käyttää ainoastaan AX- tai AL-rekistereissä olevan datan käsittelyyn.

16 bittiä voidaan käyttää kahtena 8-bittisenä rekistereinä AH (**H**igh) ja AL (**L**ow). High tarkoittaa AX-rekisterin eniten merkitsevää osaa eli 8 vasemmanpuoleista bittiä, Low vastaavasti vähiten merkitsevää 8 oikeanpuoleista bittiä.

AX on CPU:n akkurekisteri, varsinainen bittitason tietojenkäsittely, tehdään yleensä AX-rekisterissä. Mikäli käsiteltävänä on 8 bittiä, tehdään se yleensä AL-rekisterissä.

BX **B**ase, yleiskäyttöinen rekisteri, käytetään usein indeksoitujen osoitteiden muodostamiseen.

16 bittiä voidaan käyttää kahtena 8-bittisenä rekistereinä BH ja BL.

CX **C**ount, yleiskäyttöinen, käytetään usein laskurina.

16 bittiä voidaan käyttää kahtena 8-bittisenä rekistereinä CH ja CL.

DX **D**ata, yleiskäyttöinen, käytetään usein datan osoituksessa.

16 bittiä voidaan käyttää kahtena 8-bittisenä rekistereinä DH ja DL.

SP **S**tack **P**ointer, pinomuistin osoitin, osoitin siirtyy automaattisesti kun pinomuistia käsitellään PUSH- ja POP-käskyillä.

SS *(Stack Segment)* -rekisteri sisältää pinomuistin segmenttiosoitteen, SP sen offset-osoitteen, katso **SS**.

Pinomuisti on LIFO (***L**ast **I**n **F**irst **O**ut,* viimeiseksi tallennettu tieto tulee ensimmäiseksi ulos) -tyyppinen muisti, jonne voidaan tallentaa muun muassa CPU:n rekistereiden sisältöjä.

LIFO-muistin toimintaperiaate selviää seuraavasta esimerkistä. Pinoon tallennetaan rekistereiden AX ja BX sisällöt ja sen jälkeen pinosta haetaan sinne tallennetut tiedot siten että alkuperäiset AX:n ja BX:n tiedot vaihtavat paikkaansa.

Huomaa!

- Se tieto, joka pinoon on viimeksi tallennettu, tulee sieltä ensimmäisenä pois.
- Pino kasvaa muistissa kohti pienempiä osoitteita. Pino-osoitteen alkuarvo on aivan segmentin lopussa.
- Mikäli pinoon tallennetaan tietoja PUSH-käskyllä enemmän kuin niitä otetaan pinosta POP-käskyllä pois, pino kasvaa jatkuvasti. Koska .COM-ohjelmissa pino ja varsinainen ohjelma ovat samassa segmentissä, saattaa pino kasvaa kooltaan niin suureksi, että se alkaa peittää alleen varsinaista ohjelmakoodia. Kone saattaa jumiutua tai vaihtoehtoisesti tulee virheilmoitus Stack Overflow tms.

BP **B**ase **P**ointer, osoitin jonka avulla voidaan pinomuistin sisältöä käsitellä ilman PUSH- ja POP-käskyjä. BP:n avulla tapahtuvan tietojenkäsittelyn segmenttirekisterinä on SS.

SI **S**ource **I**ndex, käytetään indeksoitujen osoitteiden käsittelyssä sekä merkkijonojen osoitukseen. Source on lähde, paikka, josta tietoa siirretään, katso rekisteri DI (Destination Index).

DI **D**estination **I**ndex, käytetään indeksoitujen osoitteiden käsittelyssä sekä merkkijonojen osoitukseen. Destination on kohde eli paikka, jonne tietoa siirretään. Katso SI *(Source Index)*.

CS **C**ode **S**egment, koodin (ohjelman) segmenttiosoitteen sisältävä rekisteri. Sisältää eniten merkitsevän osan 20 bittisestä osoitteesta, loppuosa on rekisterissä IP *(Instruction Pointer)*.

DS **D**ata **S**egment, koodin (ohjelman) käyttämien datojen segmenttiosoitteen sisältävä rekisteri. Sisältää eniten merkitsevän osan 20-bittisestä osoitteesta, loppuosa on rekisterissä IP *(Instruction Pointer)*.

SS **S**tack **S**egment, pinomuistin segmenttiosoitteen sisältävä rekisteri, offsetosoite sijaitsee SP *(Stack Pointer)* -rekisterissä. Katso **SP.**

ES **E**xtra **S**egment, ylimääräinen segmenttirekisteri, offsettina käytetään merkkijonojen käsittelyssä DI-rekisteriä. Mikäli käytössä on kaksi erillistä data-aluetta, voi DS-rekisteri osoittaa ensimmäistä ja ES-rekisteri toista data-aluetta.

ES-rekisteriä käytetään segmenttiosoitteena luettaessa kuvamuistista merkkejä (alkuos. B800:0000). Huomaa että osoitetta B800 ei voi suoraan siirtää ES-rekisteriin, vaan se on ensin ladattava AX-rekisteriin ja sieltä siirrettävä ES-rekisteriin.

IP **I**nstruction **P**ointer, suora käännös olisi käsky-osoitin, yleensä tietokoneiden yhteydessä käytetään nimitystä ohjelmalaskuri *(PC, Program Counter)*. Se sisältää konekielisen käskyn tai ohjelman käyttämän datan offset-osoitteen. Segmentti-osoite on käskyjen yhteydessä CS- ja datan yhteydessä DS-rekisterissä. Katso todellisen osoitteen muodostaminen kohdasta **CS** tai **DS**.

FL **Fl**ag Register, lippurekisteri, ilmoittaa CPU:n tilan jokaisen konekielisen käskyn suorituksen jälkeen. CPU käyttää tilatietoa hyväkseen tehtäessä vertailuja.

80286

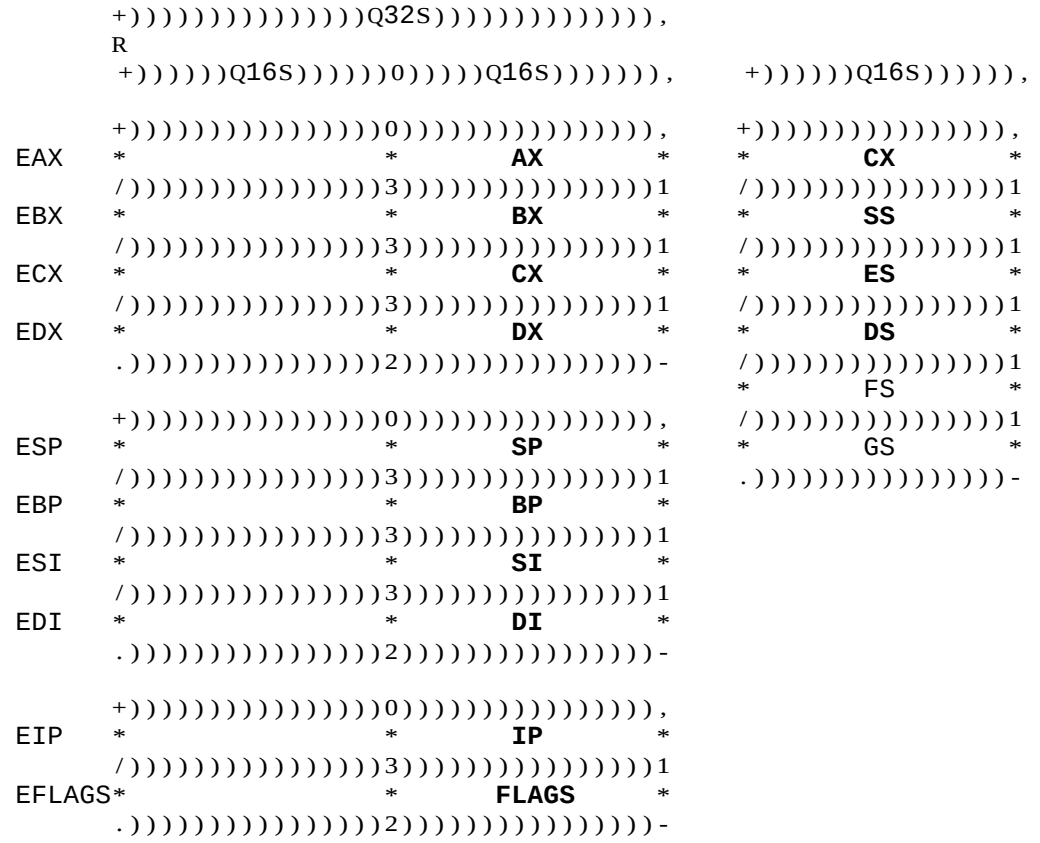
80286 sisältää samat rekisterit kuin 8088 / 8086 ja niiden lisäksi:

GDT *(Global Descriptor Table)*, 48 bittiä
IDT *(Interrupt Descriptor Table)*, 48 bittiä
LTD *(Local Descriptor Table)*, 16 bittiä
TSS *(Task State Segment)*, 16 bittiä

jotka ovat myös 80386:ssa, katso seuraavaa.

80386

Vahvennetut rekisterit ovat samat kuin 8088 / 8086:ssa:

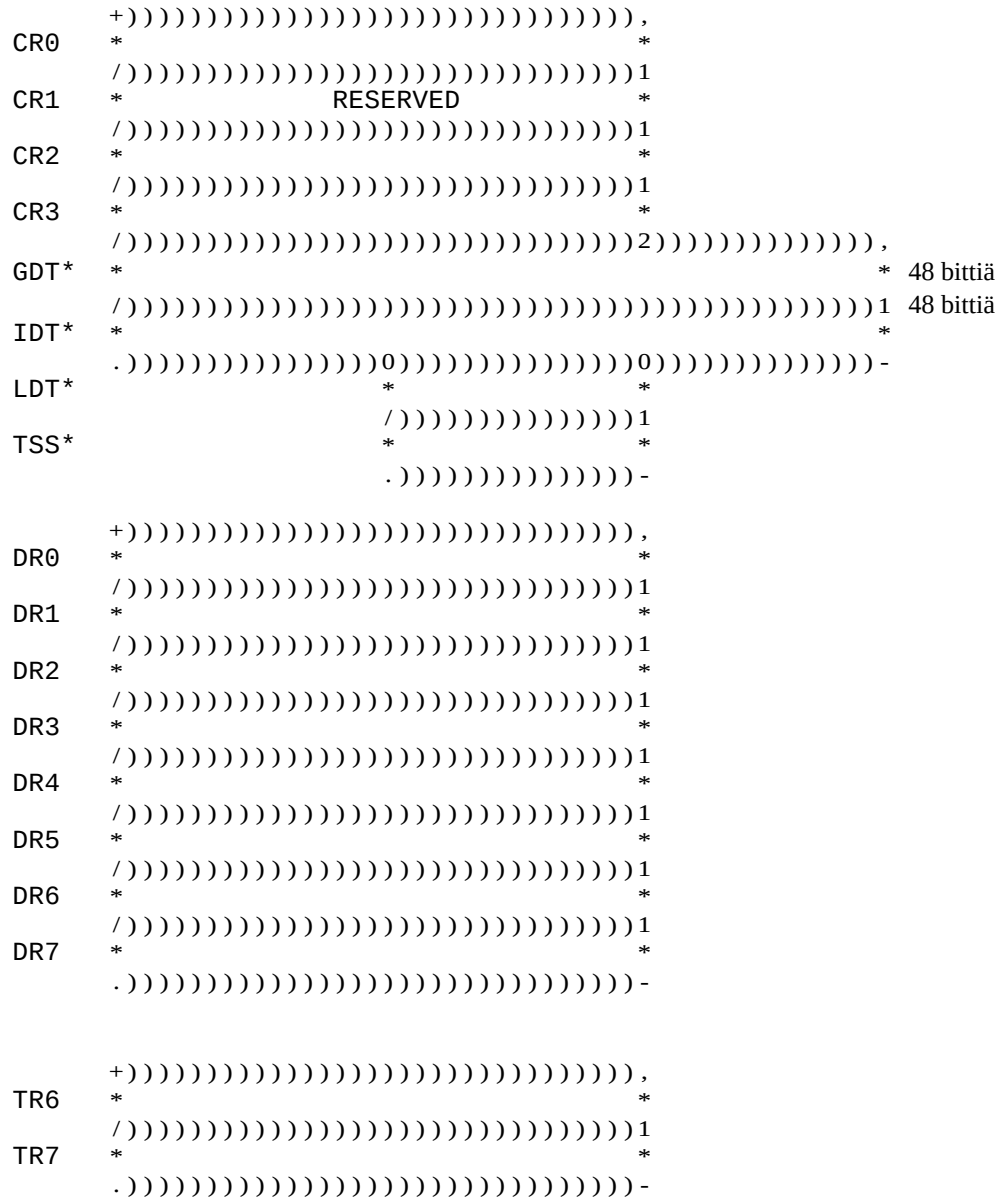


E-kirjain rekisterin nimessä tarkoittaa **E**xtended (laajennettu), jolloin rekisteri on 32-bittinen. Extended-rekistereiden vähiten merkitsevää 16-bittiä voidaan käyttää kuten 8088/8086-prosessorin 16-bittistä kokonaista rekisteriä, esim ROL AX toimii kuten 8088/8086:ssa, se ei pyöritä 32

bittiä vaan EAX:n 16 vähiten merkitsevää bittiä eli AX:n bittejä.

8088/8086:lle tehty konekielinen ohjelma toimii kaikissa INTELin 2, 3 ja 486 sekä Pentium-prosessoreissa koska ne ovat alaspäin yhteensopivia, eli niistä löytyy muiden rekistereiden osina tai erillisinä rekistereinä (segmenttirekisterit) samat rekisterit kuin 8088/8086:sta.

Seuraavat rekisterit ovat käytössä vain 80386+ -prosessorissa, tähdellä (*) merkityt ovat myös 80286:ssa:



CR = Control Register
TR = Test Register
DR = Debug Register

CPU:n oheispiirien ja PC:n lisäkorttien rekisterit

CPU:n oheispiirit, kuten esimerkiksi matematiikkaprosessori ja CMOS-RAM sekä PC:n laajennusväylään liitetyt lisäkortit, kuten näytön-, levykeaseman- ja kovalevyn ohjain sisältävät rekistereitä, joiden kautta CPU kommunikoi piirien kanssa. Rekisterit voidaan jakaa ohjaus-, tila- ja datarekistereiksi.

Ohjausrekisteri *(Control Register)*

Ohjausrekisteriin kirjoitettu tieto ohjaa piirin toimintaa, esimerkkinä levykeaseman ohjausrekisteri, joka sijaitsee I/O-osoitteessa 03F2. Rekisteri on 8-bittinen, se sisältää bitit 0 - 7:

Tilarekisteri *(Status Register, Flag Register)*

Tilarekisteri näyttää laitteiden tai piirien tilan.

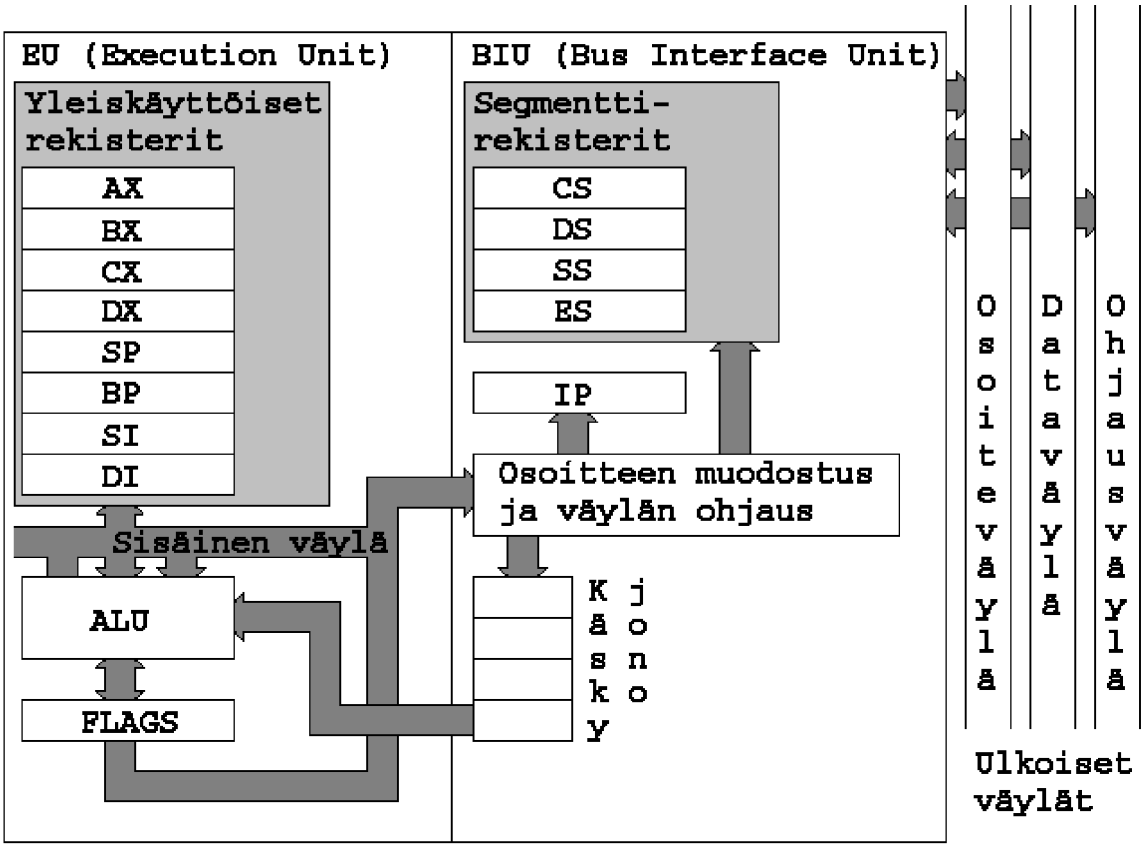
Datarekisteri *(Data Register)*

Datarekisterin avulla siirretään tietoa välillä CPU - oheispiiri tai lisäkortin piiri. Esimerkiksi LPT 1:n datarekisterin sijaitsee I/O-osoitteessa 0378. Kun rekisteriin kirjoitetaan merkki, ilmaantuu se kirjoitinportin datalinjoille, jotka ovat liitetty koneen takana olevan 25-napaisen naaraspuolisen D-liittimen napoihin 2 - 9.

8088:n sisäinen rakenne ja toiminta

Rakenne

Seuraavassa kuvassa on 8088:n sisäinen rakenne yksinkertaistettuna:



EU *(**E**xecution **U**nit)*, suoritus yksikkö tekee BIUn käskyjonoon hakeman käskyn suorittamiseksi tarvittavat toimenpiteet.

BIU *(**B**us **I**nterface **U**nit)*, väylän ohjaus yksikkö, muodostaa todellisen osoitteen aktiivisen segmenttirekisterin ja IP:n (**I**nstruction **P**ointer) muodostamasta loogisesta osoitteesta. Looginen osoite on muotoa segmentti:offset eli segmenttirekisterin sisältö: IP:n sisältö, esimerkiksi 2000:A73F, josta muodostettu todellinen 20-bittinen osoite on 2A73F. Kopioi konekielisen käskyn keskusmuistista käskyjonoon odottamaan suoritustaan.

Yleiskäyttöiset rekisterit

Varsinainen bittitason tietojenkäsittely tapahtuu näissä rekistereissä.

Sisäinen väylä

Data kulkee prosessorin osastosta toiseen sisäistä väylää myöten. 8088- ja 80286-prosessoreissa sisäinen tietoväylä on 16 bittiä leveä, 80386-prosessoreissa se on 32-bittinen ja Pentiumissa 64-bittinen.

ALU *(**A**rithmetic / **L**ogical **U**nit)*, aritmeettis-looginen yksikkö suorittaa lasku- ja loogiset toiminnot. Kun esimerkiksi rekisterin AX sisältönä olevaa lukua halutaan inkrementoida yhdellä (lisätä yhdellä) käskyn INC AX avulla, käsky saa aikaan seuraavan toimintasarjan:

1. AX:n sisältö kopioituu ALUn rekisteriin
2. ALU inkrementoi sisältöään
3. ALUn sisältö kopioituu AX:n uudeksi sisällöksi

FLAGS Liput, lippurekisteri, sisältönä tila ja ohjaustietoa.

Segmenttirekisterit

Näiden rekistereiden sisältö määrää eniten merkitsevän osan keskusmuistin osoitteesta, josta konekielinen käsky haetaan, data kirjoitetaan tai luetaan tai jossa pinomuisti sijaitsee.

IP *(**I**nstruction **P**ointer)*, käskyosoitin, muissa prosessoreissa yleensä PC *(**P**rogram **C**ounter)*, ohjelmalaskuri. Sisältää vähiten merkitsevän osan keskusmuistin osoitteesta, josta konekielinen käsky haetaan, data kirjoitetaan, luetaan tai jossa pinomuisti sijaitsee.

Osoitteenmuodostus ja väylän ohjaus

Yksikkö huolehtii fyysisen osoitteen muodostamisesta, konekielisten käskyjen hakemisesta keskusmuistista, datan siirrosta rekistereiden ja keskusmuistinvälillä. Ulkoisen ohjausväylän linjojen avulla yksikkö voi ohjata luku- ja kirjoitustoimintoja CPUn, keskusmuistin ja I/O-laitteiden välillä.

Käskyjono Sisältää 4 seuraavaksi suoritettavaa konekielistä käskyä. Mikäli suoritettava käsky aiheuttaa ohjelmahypyn ja käskyjonon sisältö nollataan.

Ulkoiset väylät

Ulkoiset väylät liittävät CPUn muuhun laitteistoon. Lisäkorttiliitimelle on johdettu liitynnän tyypistä riippuen osa tai kaikki näistä väylistä.

Osoiteväylä

CPU osoittaa keskusmuistin muistipaikkoja osoiteväylän avulla.

Osoiteväylän leveys:

8088	20 bittiä	(osoiteavaruus 1 MB)
80286	24 bittiä	(osoiteavaruus 16 MB)
80386SX	24 bittiä	(osoiteavaruus 16 MB)
80386+	32 bittiä	(osoiteavaruus 4 GB)

I/O-toimintojen yhteydessä 16 vähiten merkitsevän osoitelinjan avulla voidaan osoittaa 64 Kt:n I/O-osoiteavaruutta.

Tietoväylä

Tiedon siirto CPUn, keskusmuistin ja I/O-korttien välillä.

Tietoväylän leveys:

8088	8 bittiä
8086	16 bittiä
80286	16 bittiä
80386+	32 bittiä

Ohjausväylä

CPU ohjaa muita laitteiston osia (ja päin vastoin) käyttäen ohjausväylän linjoja, esimerkiksi MEMW- ja MEMR-linjalla ilmoitetaan keskusmuistille, halutaanko tietoa kirjoittaa *(**W**rite)* vai lukea *(**R**ead)*. - (miinus) -merkki signaalin nimen edessä tarkoittaa, että se on aktiivinen loogisella nollalla, lepotila on looginen ykkönen.

Mikäli prosessorissa meneillään olevan konekielisen käskyn suoritus vaatii tiedon lukemista keskusmuistista, BIU huolehtii automaattisesti, että MEMR-linja aktivoituu ajallaan.

CPU on rakennettu siten että kun koneeseen laitetaan virta päälle tai painetaan RESET-nappulaa, segmenttiosoitteeksi asettuu FFFF ja offsetiksi 0000.

Todellinen osoite on siten FFFF0 joka on 1 Mt - 16 tavua. Kyseinen keskusmuistin osoite sijaitsee BIOS-ROM-piirillä.

CPU hakee kyseisessä osoitteessa sijaitsevan tavun käskyjonon ensimmäiseksi käskyksi ja alkaa suorittaa käskyn mukaisia toimenpiteitä. (Käskyjonoon haetaan myös kolmen seuraavan muistipaikan sisällöt.)

Mikäli jostain syystä muistipaikassa FFFF:0000 olisikin dataa, vaikkapa ASCII -koodin mukainen merkki 49h eli I, tulkitsisi CPU sen konekieliseksi käskyksi 01001001 eli DEC CX ja suorittaisi sen.

I/O-porttien osoitteita

0000-000F	8237 DMA ohjain
0010-001F	8237 DMA ohjain (AT, PS/2)
0020-0027	8259A keskeytysohjain
0020-003F	8259A keskeytysohjain (AT)
0040-005F	8253-5 ohjelmoitava ajastin
0060-0067	8255 oheislaitteiden liityntäpiiri
0060-006F	8042 näppäimistön ohjain (AT)
0200-020F	peliportti
0210-0217	laajennuskehikko (PC, XT)
0278-027F	LPT3
02F8-02FF	COM2
0300-031F	prototyyppikortti
0320-032F	kovalevyn ohjain
0378-037F	LPT2
03BC-03BF	LPT1
03D0-03DF	CGA, MCGA, VGA -ohjaimet
03F0-03F7	levykeaseman ohjain
03F8-03FF	COM1

LIITTEET

Tässä liiteluvussa on useita "hyvä tietää" asioita niin perus- kuin pitemmällekin tasolle ehtineelle käyttäjälle. Lisäksi erilaiset taulukot ja listat ovat helposti saatavilla eikä kaikkea tarvitse muistaa ulkoa.

Käynnistyslevyke

Mikron käyttöön liittyy oleellisesti käynnistyslevyke (boottilevyke). Jos esimerkiksi mikron kiintolevy on alustamaton, kiintolevyyn tai käyttöjärjestelmän tiedostoihin on tullut jokin vika tai halutaan tehdä erilaisia testejä, on syytä pitää lähettyvillä sopiva käynnistyslevyke.

Kokeiltavat asetusten muutokset kannattaa tehdä aina käynnistyslevykkeelle eikä mikron kiintolevylle!

DOS/Windows 3.x

Laita ensin levyke A-asemaan ja kirjoita DOS-tilassa **FORMAT A:/S** -komento. Tee käynnistyslevykkeeseen seuraavat asetustiedostot:

CONFIG.SYS:

```
COUNTRY         = 358,437,A:\COUNTRY.SYS
BUFFERS          = 20
STACKS          = 9,256
FILES           = 30
SHELL           = A:\COMMAND.COM /P
DEVICE          = A:\SETVER.EXE
```

AUTOEXEC.BAT:

```
@ECHO OFF
PROMPT $P$G
PATH = A:\
SET TEMP=A:\
SET COMSPEC=A:\COMMAND.COM
A:\KEYB SU,437,A:\KEYBOARD.SYS
A:\DOSKEY /BUFSIZE=300 /INSERT
```

VER/R

Käytä tiedostojen tekoon esimerkiksi DOSin EDIT-ohjelmaa.

(Mikro käynnistyy myös ilman CONFIG.SYS- ja AUTOEXEC.BAT-tiedostoja, mutta esimerkiksi Ä- ja Ö-kirjaimet eivät silloin toimi, koska näppäimistömäärittely puuttuu.)

Kopioi tarvittavat DOS:in tiedostot levykkeelle. Edelliset asetukset ovat tarkoituksella mahdollisimman yksinkertaiset, jotta käynnistys onnistuu ongelmallisessakin tilanteessa.

Muistathan, että EDIT-ohjelmaa et voi käyttää ilman QBASIC-ohjelmaa. Sen sijaan EDLIN-rivieditori toimii sellaisenaan, mutta koska siinä voidaan muokata vain riviä kerrallaan.

Levykkeelle kannattaa kopioida ainakin seuraavat tiedostot:

CHKDSK.EXE
COUNTRY.SYS
DELTREE.EXE
DOSKEY.COM
EDLIN.EXE
FDISK.COM
FORMAT.COM
KEYB.COM
KEYBOARD.SYS
MEM.EXE
SETVER.EXE
SYS.COM
TREE.COM
UNDELETE.EXE
UNFORMAT.EXE
XCOPY.EXE

sekä kaikki **SYS**-päätteiset tiedostot.

Suositeltavaa on siirtää myös EDIT-, QBASIC.EXE- ja QBASIC.HLP-tiedostot, jolloin komentotiedostojen muokkaaminen on helpompaa.

Jos sinulla ei ole DOS 6.0:tta ja on kuitenkin Windows 3.1, kopioi levykkeelle uusimmat HIMEM.SYS, EMM386.EXE, SMARTDRV.EXE ja diagnostiikkaohjelma MSD.EXE. Erilliset käyttämäsi apuohjelmat kannattaa kopioida omalle apuohjelmalevykkeelle (PCTools-, Norton Utilities -ohjelmistojen keskeisimmät palaset).

Windows 95

Valitse Ohjauspaneelista *(Control Panel)* kohta Lisää/poista sovellus *(Add/remove programs)*. Valitse Käynnistyslevyke-kieleke *(Startup Disk)*.

Aseta levykeasemaan 1,44 megatavun levyke ja napauta Luo levyke -painonappia. Voi olla, että tarvitset myös Windows 95:n alkuperäisiä levykkeitä tai CD-levyä.

Jos Windows 95 ei käynnisty normaalisti, käynnistä se vikasietotilaan painamalla F8-näppäintä käynnistyksen yhteydessä. Tällöin voit luoda tarvittaessa myös uuden käynnistyslevykkeen.

SI-yksikköjen kerrannaiset

Mikrojen eri osien kapasiteeteissa ja muissa mitattavissa määrearvoissa on usein erilaisia etuliitteitä. Yleisimpiä ovat muun muassa megatavu, nanosekunti, mikrometri ja niin edelleen. Seuraavassa taulukossa on näiden etuliitteiden numeroarvot sekä kirjainlyhenteet.

SI-yksikköjen kerrannaiset		
Kerroin	**Etuliitteen nimi**	**Etuliitteen tunnus**
1 000 000 000 000 000 000 000	eksa	E
1 000 000 000 000 000	peta	P
1 000 000 000 000	tera	T
1 000 000 000	giga	G
1 000 000	mega	M
1 000	kilo	k
100	hehto	h
10	deka	da
0,1	desi	d
0,01	sentti	c
0,001	milli	m
0,000 001	mikro	µ
0,000 000 001	nano	n
0,000 000 000 001	piko	p
0,000 000 000 000 001	femto	f
0,000 000 000 000 000 001	atto	a

Huomaa, että tietokoneiden yhteydessä kilo on usein 1 024 eikä 1 000. Luku 1 024 tulee laskutoimituksesta 2^{10} ja se johtuu tietokoneissa käytettävän binäärijärjestelmän rakenteesta.

Intel-emolevyjä

Tässä luvussa esitellään uusimpien Intel-emolevyjen perustiedot ja koodinimet.

Koodinimi	Oikea nimi	CPU/Piirisarja	Väylä	Emolevy
Aurora	Performance/AU	Pentium Pro, Socket 8, 82450 Chipset	PCI/ISA	ATX
Venus	VS440FX	Pentium Pro, Socket 8, 82440 FX Chipset	PCI/ISA	ATX
Providence	PR440FX	Dual Pentium Pro, Socket 8, 82440 FX Chipset	PCI/ISA	ATX
Apollo tai Krakatoa	AP440FX	Pentium Pro, Socket 8, 82440 FX Chipset	PCI/ISA	LPX
Marl	Advanced/ML	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	ATX
Tucson	TC430HX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	ATX
Newport	NP430HX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	ATX
Agate	AG430HX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	ATX
Tiger Eye	TE430VX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 VX Chipset	PCI/ISA	ATX
Thor	Advanced/ATX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 FX Triton Chipset	PCI/ISA	ATX
Rhinestone	Advanced/RH	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	LPX
Ruby	RU430HX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	LPX
Cumberland	CU430HX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 HX Triton II Chipset	PCI/ISA	LPX

Orlando tai Tampa	NV430VX	Pentium P54C, Socket 7, 82430 VX Chipset	PCI/ISA	LPX
Morrison	Advanced/MN	Pentium P54C, Socket 5, 82430 FX Triton Chipset	PCI/ISA	LPX
Atlantis	Advanced/AS	Pentium P54C, Socket 7, 82430 FX Triton Chipset	PCI/ISA	Baby AT
Endeavor	Advanced/EV	Pentium P54C, Socket 7, 82430 FX Triton Chipset	PCI/ISA	Baby AT
Zappa	Advanced/ZP	Pentium P54C, Socket 5, 82430 FX Triton Chipset	PCI/ISA	Baby AT
Plato	Premier/PCI II	Pentium P54C, Socket 5, 82430 Neptune Chipset	PCI/ISA	Baby AT
Batman	Classic/PCI Pentium	Pentium P54C, Socket 3, 82430 LX Mercury Chipset	PCI/ISA	Baby AT
Alfredo	Classic/PCI i486TM	Intel 486, 82430 TX Saturn Chipset	PCI/ISA	Baby AT

Internet-osoitteita

Tietotekniikan muuttuessa nopeasti tarvitaan multimediamikroon aina silloin tällöin uusia laiteohjaimia. Helpoiten ne saa Internetin kautta.

Seuraavana esittelemme muutamia tärkeimpiä ja yleisimpiä laitteiden ja ohjelmistojen valmistajien osoitteita. Huomaa, että näiltä sivuilta löytyy usein muutakin tietoa erilaisista tuotteista ja tekniikoista.

Adaptec	http://www.adaptec.com
ALR	http://www.alr.com
AMD	http://www.amd.com
AMI	http://www.megatrends.com
AST	http://www.ast.com
ATI	http://www.atitech.com
Award	http://www.award.com
Aztech	http//www.aztechca.com
Canon	http://www.canon.com
Compaq	http://www.compaq.com
Conner	http://wwwconner.com
Corel	http://www.corel.com
Creative Labs	http://www.creaf.com
Cyrix	http://www.cyrix.com
Dell	http://www.dell.com
Diamond	http://www.diamondmm.com
Eizo	http://www.eizo.com

ELSA	http://www.elsa.com
Epson	http://www.epson.com
Fujitsu	http://www.fujitsu.com
Gravis	http://www.gravis.com
Gateway	http://www.gwll.com
Hayes	http://www.hayes.com
Hewlett Packard	http://www.hp.com
Hitachi	http://www.hitachi.com
IBM	http://www.ibm.com
Intel	http://www.intel.com
Iomega	http://www.iomega.com
Logitech	http://www.logitech.com
Matrox	http://www.matrox.com
Maxtor	http://www.maxtor.com
Micropolis	http://www.micropolis.com
Microsoft	http://www.microsoft.com
Miro	http://www.miro.com
NEC	http://www.nec.com
Olivetti	http://www.olivetti.com
Orchid	http://www.orchid.com
Panasonic	http://www.panasonic.com
Philips	http://www.philips.com

Phoenix	http://www.ptltd.com
Quantum	http://www.quantum.com
Seagate	http://www.seagate.com
Sony	http://www.sony.com
Teac	http://www.teac.com
Tektronix	http://www.tek.com
Toshiba	http://www.toshiba.com
Turtle Beach	http://www.tbeach.com
VESA	http://www.vesa.org
Videologic	http://www.videologic.com
Western Digital	http://www.wdc.com

Seuraavana on muutamia tietotekniikka-alan lehtiä, joista löytyy hyvää ja varsin runsaastikin tietoa.

Byte	http://www.byte.com
PC Magazine	http://www.pcmag.com
Tietokone	http://www.tietokone.fi

Jos etsit tietoa jostain tuotteesta, eikä sitä mainittu yllä, käytä seuraavia suosittelemiamme hakukoneita.

AltaVista	http://altavista.digital.com
Lycos	http://www.lycos.com
Yahoo	http://www.yahoo.com

Tällöin voit etsiä sivuja antamalla yhden tai useamman sanan hakukoneiston etsittäväksi.

Virhekoodit

NUMERO	SELVITYS
101	System ROM BIOS
102	System Board or System Memory Board
103-116	System
162	System Options
163	Time and Date
164	Memory Size
170-177	EISA
178	Processor
2xx	Memory
3xx	Keyboard
4xx	Parallel Interface/Monochrome Adapter
501-516	Color Display Adapter
6xx	Diskette
7xx	Coprocessor
8xx	Monochrome Video
11xx	Serial Interface/Modem
12xx	2nd Serial Interface/Modem
17xx	Fixed Disk Drive
19xx	Tape
21xx	System Board or Coprocessor
24xx	ECG and VGC
6xxx	Token Ring Controller
51xx	Plasma Display
86xx	Pointing Device

Äänimerkit virhetilanteissa

Ei piippausta	Virtalähde
Jatkuva piippaus	Virtalähde
Toistuvat lyhyet piippaukset	Virtalähde
Yksi pitkä ja yksi lyhyt piippaus	Emolevy
Yksi pitkä ja kaksi lyhyttä piippausta	Näytönohjainkortti
Yksi lyhyt piippaus eikä näyttöä	Näytön kaapeli ja/tai näyttö
Yksi lyhyt piippaus eikä käynnisty	Levykaapeli, -sovitin tai -asema

Näppäimistökoodit

Näppäin	koodi	ASCII tai laajennettu	ASCII tai laajennettu + SHIFT	ASCII tai laajennettu + CTRL	ASCII tai laajennettu + ALT
	Dec Hex	Dec Hex Char	Dec Hex Char	Dec Hex Char	Dec Hex Char
ESC	1 01	27 1B	27 1B		
1!	2 02	49 31 1	33 21 !		120 78 NUL
2@	3 03	50 32 2	64 40 @	3 03 NUL	121 79 NUL
3#	4 04	51 33 3	35 23 #		122 7A NUL
4$	5 05	52 34 4	36 24 $		123 7B NUL
5%	6 06	53 35 5	37 25 %		124 7C NUL
6^	7 07	54 36 6	94 5E ^	30 IE	125 7D NUL
7&	8 08	55 37 7	38 26 &		126 7E NUL
8*	9 09	56 38 8	42 2A *		127 7F NUL
9(	10 0A	57 39 9	40 28 (		128 80 NUL
0)	11 0B	48 30 0	41 29)		129 81 NUL
-_	12 0C	45 2D -	95 5F -	31 IF	130 82 NUL
=+	13 0D	61 3D =	43 2B +		131 83 NUL
BKSP	14 0E	8 08	8 08	127 7F	
TAB	15 0F	9 09	15 OF NUL		
Q	16 10	113 71 q	81 51 Q	17 11	16 10 NUL
W	17 11	119 77 w	87 57 W	23 17	17 11 NUL
E	18 12	101 65 e	69 45 E	5 05	18 12 NUL
R	19	13 114 72 r	82 52 R	18 12	19 13 NUL
T	20	14 116 74 t	84 54 T	20 14	20 14 NUL
Y	21	15 121 79 y	89 59 Y	25 19	21 15 NUL
U	22	16 117 75 u	85 55 U	21 15	22 16 NUL
I	23	17 105 69 i	73 49 I	9 09	23 17 NUL
O	24	18 111 6F o	79 4F O	15 0F	24 18 NUL
P	25	19 112 70 p	80 50 P	16 10	25 19 NUL
[{	26	1A 91 5B [	123 7B {	27 1B	
]}	27	1B 93 5D]	125 7D }	29 1D	
ENTER	28	1C 13 OD CR	13 OD CR	10 OA LF	
CTRL	29	1D			
A	30	1E 97 61 a	65 41 A	1 01	30 1E NUL
S	31	1F 115 73 s	83 53 S	19 13	31 1F NUL
D	32	20 100 64 d	68 44 D	4 04	32 20 NUL
F	33	21 102 66 f	70 46 F	6 06	33 21 NUL
G	34	22 103 67 g	71 47 G	7 07	34 22 NUL
H	35	23 104 68 h	72 48 H	8 08	35 23 NUL
J	36	24 106 6A j	74 4A J	10 0A	36 24 NUL
K	37	25 107 6B k	75 4B K	11 0B	37 25 NUL
L	38	26 108 6C l	76 4C L	12 0C	38 26 NUL
;:	39	27 59 3B ;	58 3A :		
'"	40	28 39 27 '	34 22 "		
`~	41	29 96 60 `	126 7E ~		
L SHIFT	42	2A			
|	43	2B 92 5C \	124 7C |	28 1C	
Z	44	2C 122 7A z	90 5A Z	26 1A	44 2C NUL
X	45	2D 120 78 x	88 58 X	24 18	45 2D NUL
C	46	2E 99 63 c	67 43 C	3 03	46 2E NUL
V	47	2F 118 76 v	86 56 V	22 16	47 2F NUL
B	48	30 98 62 b	66 42 B	2 OE	48 30 NUL
N	49	31 110 6E n	78 4E N	14 OD	49 31 NUL
M	50	32 109 6D m	77 4D M	13	50 32 NUL
,<	51	33 44 2C '	60 3C <		
.>	52	34 46 2E .	62 3E >		
/?	53	35 47 2F /	63 3F ?		
R SHIFT	54	36			

Näppäin	koodi	ASCII tai laajennettu			ASCII tai laajennettu + SHIFT			ASCII tai laajennettu + CTRL			ASCII tai laajennettu + ALT		
		Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
* PRTSC	*55	37	* 42	2A *	*INT 5REWRITE			* 16	10		*		
*ALT	*56	38	*		*			*			*		
*SPACE	*57	39	* 32	20 SPC	* 32	20	SPC	* 32	20	SPC	* 32	20	SPC
*CAPS	*58	3A	*		*			*			*		
*F1	*59	3B	* 59	3B NUL	* 84	54	NUL	* 94	5E	NUL	* 104	68	NUL
*F2	*60	3C	* 60	3C NUL	* 85	55	NUL	* 95	5F	NUL	* 105	69	NUL
*F3	*61	3D	* 61	3D NUL	* 86	56	NUL	* 96	60	NUL	* 106	6A	NUL
*F4	*62	3E	* 62	3E NUL	* 87	57	NUL	* 97	61	NUL	* 107	6B	NUL
*F5	*63	3F	* 63	3F NUL	* 88	58	NUL	* 98	62	NUL	* 108	6C	NUL
*F6	*64	40	* 64	40 NUL	* 89	59	NUL	* 99	63	NUL	* 109	6D	NUL
*F7	*65	41	* 65	41 NUL	* 90	5A	NUL	*100	64	NUL	* 110	6E	NUL
*F8	*66	42	* 66	46 NUL	* 91	5B	NUL	*101	65	NUL	* 111	6F	NUL
*F9	*67	43	* 67	43 NUL	* 92	5C	NUL	*102	66	NUL	* 112	70	NUL
*F10	*68	44	* 68	44 NUL	* 93	5D	NUL	*103	67	NUL	* 113	71	NUL
*NUM	*69	45	*		*			*			*		
*SCROLL	*70	46	*		*			*			*		
*HOME	*71	47	* 71	47 NUL	* 55	37	7	*119	77	NUL	*		
*UP	*72	48	* 72	48 NUL	* 56	38	8	*			*		
*PGUP	*73	49	* 73	49 NUL	* 57	39	9	*132	84	NUL	*		
*GREY-	*74	4A	* 45	2D -	* 45	2D	-	*			*		
*LEFT	*75	4B	* 75	4B NUL	* 52	34	4	*115	73	NUL	*		
*CENTER	*76	4C	*		* 53	35	5	*			*		
*RIGHT	*77	4D	* 77	4D NUL	* 54	36	6	*116	74	NUL	*		
*GREY+	*78	4E	* 43	2B +	* 43	2b	+	*			*		
*END	*79	4F	* 79	4F NUL	* 49	31	1	*117	75	NUL	*		
*DOWN	*80	50	* 80	50 NUL	* 50	32	2	*			*		
*PGDN	*81	51	* 81	51 NUL	* 51	33	3	*118	76	NUL	*		
*INS	*82	52	* 82	52 NUL	* 48	30	0	*			*		
*DEL	*83	53	* 83	53 NUL	* 46	2E	.	*			*		

PC-ASCII-merkkitaulukko

ALT 1	= ☺	ALT 2	= ☻												
ALT 3	= ♥	ALT 4	= ♦	ALT 5	= ♣	ALT 6	= ♠	ALT 7	= •						
ALT 8	= ◘	ALT 9	= ○	ALT 10	= ◙	ALT 11	= ♂	ALT 12	= ♀						
ALT 13	= ♪	ALT 14	= ♫	ALT 15	= ☼	ALT 16	= ►	ALT 17	= ◄						
ALT 18	= ↕	ALT 19	= ‼	ALT 20	= ¶	ALT 21	= §	ALT 22	= ▬						
ALT 23	= ↨	ALT 24	= ↑	ALT 25	= ↓	ALT 26	= →	ALT 27	= ←						
ALT 28	= ∟	ALT 29	= ↔	ALT 30	= ▲	ALT 31	= ▼	ALT 32	=						
ALT 33	= !	ALT 34	= "	ALT 35	= #	ALT 36	= $	ALT 37	= %						
ALT 38	= &	ALT 39	= '	ALT 40	= (	ALT 41	=)	ALT 42	= *						
ALT 43	= +	ALT 44	= ,	ALT 45	= -	ALT 46	= .	ALT 47	= /						
ALT 48	= 0	ALT 49	= 1	ALT 50	= 2	ALT 51	= 3	ALT 52	= 4						
ALT 53	= 5	ALT 54	= 6	ALT 55	= 7	ALT 56	= 8	ALT 57	= 9						
ALT 58	= :	ALT 59	= ;	ALT 60	= <	ALT 61	= =	ALT 62	= >						
ALT 63	= ?	ALT 64	= @	ALT 65	= A	ALT 66	= B	ALT 67	= C						
ALT 68	= D	ALT 69	= E	ALT 70	= F	ALT 71	= G	ALT 72	= H						
ALT 73	= I	ALT 74	= J	ALT 75	= K	ALT 76	= L	ALT 77	= M						
ALT 78	= N	ALT 79	= O	ALT 80	= P	ALT 81	= Q	ALT 82	= R						
ALT 83	= S	ALT 84	= T	ALT 85	= U	ALT 86	= V	ALT 87	= W						
ALT 88	= X	ALT 89	= Y	ALT 90	= Z	ALT 91	= [	ALT 92	= \						
ALT 93	=]	ALT 94	= ^	ALT 95	= _	ALT 96	= `	ALT 97	= a						
ALT 98	= b	ALT 99	= c	ALT 100	= d	ALT 101	= e	ALT 102	= f						
ALT 103	= g	ALT 104	= h	ALT 105	= i	ALT 106	= j	ALT 107	= k						
ALT 108	= l	ALT 109	= m	ALT 110	= n	ALT 111	= o	ALT 112	= p						
ALT 113	= q	ALT 114	= r	ALT 115	= s	ALT 116	= t	ALT 117	= u						
ALT 118	= v	ALT 119	= w	ALT 120	= x	ALT 121	= y	ALT 122	= z						
ALT 123	= {	ALT 124	= |	ALT 125	= }	ALT 126	= ~	ALT 127	= Ç						
ALT 128	= Ç	ALT 129	= ü	ALT 130	= é	ALT 131	= â	ALT 132	= ä						
ALT 133	= à	ALT 134	= å	ALT 135	= ç	ALT 136	= ê	ALT 137	= ë						
ALT 138	= è	ALT 139	= ï	ALT 140	= î	ALT 141	= ì	ALT 142	= Ä						
ALT 143	= Å	ALT 144	= É	ALT 145	= æ	ALT 146	= Æ	ALT 147	= ô						
ALT 148	= ö	ALT 149	= ò	ALT 150	= û	ALT 151	= ù	ALT 152	= -						
ALT 153	= Ö	ALT 154	= Ü	ALT 155	= ø	ALT 156	= £	ALT 157	= Ø						
ALT 158	= ×	ALT 159	= ƒ	ALT 160	= á	ALT 161	= í	ALT 162	= ó						
ALT 163	= ú	ALT 164	= ñ	ALT 165	= Ñ	ALT 166	= ª	ALT 167	= º						
ALT 168	= ¿	ALT 169	= ®	ALT 170	= ¬	ALT 171	= ½	ALT 172	= ¼						
ALT 173	= ¡	ALT 174	= «	ALT 175	= »	ALT 176	= !	ALT 177	= "						
ALT 178	= #	ALT 179	= *	ALT 180	= 1	ALT 181	= Á	ALT 182	= Â						
ALT 183	= À	ALT 184	= ©	ALT 185	= <	ALT 186	= 5	ALT 187	= 7						
ALT 188	= 8	ALT 189	= ¢	ALT 190	= ¥	ALT 191	= ,	ALT 192	= .						
ALT 193	= 2	ALT 194	= 0	ALT 195	= /	ALT 196	=)	ALT 197	= 3						
ALT 198	= ã	ALT 199	= Ã	ALT 200	= 9	ALT 201	= 6	ALT 202	= =						
ALT 203	= ;	ALT 204	= :	ALT 205	= 4	ALT 206	= >	ALT 207	= ¤						
ALT 208	= ð	ALT 209	= Ð	ALT 210	= Ê	ALT 211	= Ë	ALT 212	= È						
ALT 213	= 2	ALT 214	= Í	ALT 215	= Î	ALT 216	= Ï	ALT 217	= -						
ALT 218	= +	ALT 219	= $	ALT 220	= (	ALT 221	= |	ALT 222	= Ì						
ALT 223	= &	ALT 224	= Ó	ALT 225	= ß	ALT 226	= Ô	ALT 227	= Ò						
ALT 228	= õ	ALT 229	= Õ	ALT 230	= µ	ALT 231	= þ	ALT 232	= Þ						
ALT 233	= Ú	ALT 234	= Û	ALT 235	= Ù	ALT 236	= ý	ALT 237	= Ý						
ALT 238	=)	ALT 239	= ´	ALT 240	= %	ALT 241	= ±	ALT 242	= =						
ALT 243	= ¾	ALT 244	= ¶	ALT 245	= §	ALT 246	= ÷	ALT 247	= ¸						
ALT 248	= °	ALT 249	= ¨	ALT 250	= ·	ALT 251	= ¹	ALT 252	= ³						
ALT 253	= ²	ALT 254	= ■	ALT 255	=										

ANSI-ohjauskoodit

kohdistin ylös	ESC[nA	siirtää kohdistinta ylöspäin n riviä (1-24, oletus = 1)
kohdistin alas	ESC[nB	siirtää kohdistinta alaspäin n riviä (1-24, oletus = 1)
kohdistin oikealle	ESC[nC	siirtää kohdistinta oikealle n saraketta (1-79, oletus = 1)
kohdistin vasemmalle	ESC[nD	siirtää kohdistinta vasemmalle n saraketta (1-79, oletus = 1)
kohdistimen sijainti	ESC[r;sH	siirtää kohdistimen haluttuun paikkaan (rivi r 1-25, oletus = 1 ja sarake s 1-80, oletus = 1). Toimii samoin kuin ESC[r;sf
kohdistimen sijainti	ESC[r;sf	siirtää kohdistimen haluttuun paikkaan. Toimii samoin kuin ESC[r;sH
talleta kohdistimen sijanti	ESC[s	tallentaa tiedon kohdistimen sijainnista. Sijainti voidaan palauttaa ESC[u:lla
palauta kohdistimen sijainti	ESC[u	palauttaa kohdistimen ESC[s:llä talletettuun paikkaan
tyhjennä näyttö		ESC[2J tyhjentää näytön ja siirtää kohdistimen vasempaan ylänurkkaan
rivin poisto	ESC[K	poista rivillä olevat merkit kohdistimesta eteenpäin
näytön tilan asetukset:	ESC[=nh	seuraavan taulukon mukaan:
	ESC[=oh	40 x 25 yksivärinäyttö (teksti)
	ESC[=1h	40 x 25 värinäyttö (teksti)
	ESC[=2h	80 x 25 yksivärinäyttö (teksti)
	ESC[=3h	80 x 25 värivärinäyttö (teksti)
	ESC[=4h	320 x 200 4-värinäyttö (grafiikka)
	ESC[=5h	320 x 200 yksivärinäyttö
	ESC[=6h	640 x 200 yksivärinäyttö (grafiikka)
	ESC[=7h	rivinkierrätys tekstissä
	ESC[=13h	320 x 200 värinäyttö (grafiikka)
	ESC[=14h	640 x 200 värinäyttö (16:n värin grafiikka, EGA/VGA)
	ESC[=15h	640 x 350 yksivärinäyttö (2:n värin grafiikka, EGA/VGA)
	ESC[=16h	640 x 350 värinäyttö (16:n värin grafiikka, EGA/VGA)
	ESC[=17h	640 x 480 yksivärinäyttö (2:n värin grafiikka, MCGA/VGA)
	ESC[=18h	640 x 480 värinäyttö (16:n värin grafiikka)
	ESC[=19h	320 x 200 värinäyttö (256:n värin grafiikka)
näytön tilan uudelleenasetus		ESC[=nl edelläolevan taulukon mukaan (arvoa 7 ei voi käyttää)
grafiikkatilan asetus	ESC[n;...;nm	

Määritteet n voivat olla seuraavia:

tekstimääritteet

0	ei määritteitä käytössä
1	lihavointi
2	pieni tarkkuus
3	kursivointi
4	alleviivaus (vain yksivärinäytöissä)
5	vilkkuminen
6	nopea vilkkuminen
7	käänteisnäyttö
8	näkymätön (ei näyttöä)

Liitteet

edustavärit

30	musta
31	punainen
32	vihreä
33	keltainen
34	sininen
35	purppura
36	turkoosi
37	valkoinen

taustavärit

40	musta
41	punainen
42	vihreä
43	keltainen
44	sininen
45	purppura
46	turkoosi
47	valkoinen

Näppäimistön määrittely ESC[koodi;mjono;...p, missä koodi voi olla yksi tai useampia seuraavan luettelon arvoista.

Näppäin	Koodi	Vaihto + koodi	Ctrl + koodi	Alt + koodi
F1	0;59	0;84	0;94	0;104
F2	0;60	0;85	0;95	0;105
F3	0;61	0;86	0;96	0;106
F4	0;62	0;87	0;97	0;107
F5	0;63	0;88	0;98	0;108
F6	0;64	0;89	0;99	0;109
F7	0;65	0;90	0;100	0;110
F8	0;66	0;91	0;101	0;111
F9	0;67	0;92	0;102	0;112
F10	0;68	0;93	0;103	0;113
Home	0;71	55	0;119	-
ylänuoli	0;72	56	-	-
Pg Up	0;73	57	0;132	-
vasen nuoli	0;75	52	0;115	-
oikea nuoli	0;77	54	0;116	-
End	0;79	49	0;117	-
alanuoli	0;80	50	-	-
Pg Dn	0;81	51	0;118	-
Ins	0;82	48	-	-
Del	0;83	46	-	-
PrtSc	-	-	0;114	-
A	97	65	1	0;30
B	98	66	2	0;48
C	99	67	3	0;46
D	100	68	4	0;32
E	101	69	5	0;18
F	102	70	6	0;33
G	103	71	7	0;34
H	104	72	8	0;35
I	105	73	9	0;23
J	106	74	10	0;36
K	107	75	11	0;37
L	108	76	12	0;38
M	109	77	13	0;50
N	110	78	14	0;49
O	111	79	15	0;24
P	112	80	16	0;25
Q	113	81	17	0;16
R	114	82	18	0;19
S	115	83	19	0;31
T	116	84	20	0;20
U	117	85	21	0;22
V	118	86	22	0;47
W	119	87	23	0;17
X	120	88	24	0;45
Y	121	89	25	0;21
Z	122	90	26	0;44
1	49	33	-	0;120
2	50	64	-	0;121

Näppäin	Koodi	Vaihto + koodi	Ctrl + koodi	Alt + koodi
3	51	35	-	0;122
4	52	36	-	0;123
5	53	37	-	0;124
6	54	94	-	0;125
7	55	38	-	0;126
8	56	42	-	0;127
9	57	40	-	0;128
0	48	41	-	0;129
-	45	95	-	0;130
=	61	43	-	0;131
Sarkain (Tab)	9	0;15	-	-
Tyhjämerkki (Null)	0;3	-	-	-

Apumuistien teknisiä tietoja

Levyke		Kapasiteetti	Sylinterit	Sektoria uralla	Päät lkm
5¼"	DS,DD	160 kt	40	8	1
		180 kt	40	9	1
		320 kt	40	8	2
		360 kt	40	9	2
	DS,HD	1.2 Mt	80	15	2
3½"	DS,DD	720 kt	80	9	2
	DS,HD	1.44 Mt	80	18	2

Levyke	Kapasiteetti	alue	Varattu FAT	Juuri hakemisto
51/4-levyke	360 kt	1 sektori	4 sektoria	7 sektoria
	1.2 Mt	1	14	14
31/2-levyke	720 kt	1	6	7
	1.44 Mt	1	18	14

Kiintolevy	Kapasiteetti	Sylinterit	Sektoria uralla	Päät
PC/XT	10 Mt	306	17	4
PC/AT (tyyppi 20)	30 Mt	733	17	5
PS/2 Model 30 (tyyppi 26)	20 Mt	612	17	4
PS/2 Model 60 (tyyppi 31)	44 Mt	732	17	7

Levyke	Kapasiteetti	Clusterin koko
51/4-levyke	360 kt	2 sektoria
	1.2 Mt	1
31/2-levyke	720 kt	2
	1.44 Mt	1
PC/XT kiintolevy	10 Mt	8
PC/AT kiintolevy, tyyppi 20	30 Mt	4
PS/2 Model 30, kiintolevy, 26	20 Mt	4
PS/2 Model 60, tyyppi 31	44 Mt	4

PÄÄHAKEMISTON TIEDOT

Levyke	Kapasiteetti	Koko	Tiedostojen ja alihakemistojen lukumäärä
51/4-levyke	180 kt	4 sektoria	64
	360 kt	7	112
	1.2 Mt	14	224
31/2-levyke	720 kt	7	112
	1.44 Mt	14	224
PC/XT-kiintolevy	10 Mt	32	512
PC/AT	30 Mt	32	512
PS/2 Model 30, tyyppi 26	20 Mt	32	512
PS/2 Model 60, tyyppi 31	44 Mt	32	512

Ylämuistia käyttävät kortit ja toiminnot

Seuraavassa listassa on lueteltu yleisimpien koneiden BIOS-muistien, näytönohjaimien, verkkokorttien, kiintolevyohjaimien ja erikoiskorttien varaamat muistialueet ylämuistista alueella A000 - FFFF eli 640 - 1024 kilotavua. Kortista on kerrottu sen käyttämä oletusalue. Huomaa, että useimmat kortit on mahdollistaa asettaa useille eri alueille, jotkin kortit aivan vapaasti mihin tahansa vapaaseen muistialueeseen.

	MUISTIALUE	**KOKO**
BIOS ROM:		
IBM XT	F800-FFFF	32 kt
yhteensopivat	FC00-FFFF	16 kt
IBM AT 286	F000-FFFF	64 kt
386/486 yhteensopivat	F000-FFFF	64 kt
IBM PS/2 MALLI 25 JA 30	F000-FFFF	64 kt
IBM PS/2 MALLIT 30->	E000-FFFF	128 kt
NÄYTÖNOHJAIMET:		
MONOKROMI (MDA)	B000-B800	32 kt
MONOKROMI GRAFIIKKA (MGA)	B000-B800	32 kt
COMPAQ PLASMA	B800-C800	64 kt
HERCULES	B000-C000	64 kt
CGA	B800-C000	32 kt
EGA	A000-B000 B800-C400	112 kt
VGA	A000-B000 B800-C800	128 kt

	tai harvemmin B800-C600	120 kt
ENHANCED VGA	A000-B000 B000-CC00	144 kt
PGA	B800-C000 C600-C800	40 kt
PS/2 MONOKROMI TAI	B000-B800 B800-C000	32 kt
PS/2 VÄRI VGA	A000-B000 B800-C000	96 kt
SIGMA LASERVIEW	B000-C000 D800-E000 tai mikä vapaa alue tahansa	128 kt
WYSE 700	A000-B000 B800-C400	112 kt

VERKKOKORTIT:

ARCNET	D000-D400	16 kt
ETHERNET	D000-D400	16 kt
3COM ETHERLINK 3C501	-	-
3COM ETHERLINK II 3C503	-	-
3COJ ETHERLINK III 3C509	-	-

Kortit voivat tarpeen vaatiessa käyttää puskurialueita (16 kt) alueella:

C800
CC00
D800
DC00

Käyttö riippuu käytettävästä verkkokäyttöjärjestelmästä ja kortin asetuksista. Sama pätee useisiin muihin verkkokortteihin. Katso tarkemmin kortin/verkkokäyttöjärjestelmän asennusohjeista.

STARLAN	C000-C200	8 kt
DCA 10NET ARCNET 2 MB	-	-
DCA 10NET ETHERNET 10 MBS	D800-DC00 tai mikä vapaa alue tahansa	16 kt
IBM 3270 EMULAATIO	CC00-D000 tai mikä alue tahansa välillä C800-E000	16 kt
IBM TOKEN RING ROM RAM	CC00-D000 D800-DC00 tai mitkä vapaat alueet tahansa	32 kt
LANTASTIC	D800-E000	32 kt
NOVELL NE 1000	-	-
NOVELL NE 2000	-	-
UNGERMAN-BASS	D800-E000 tai mikä tahansa vapaa alue	32 kt
WD 8003E C400-C600	8 kt tai mikä tahansa vapaa alue	

KIINTOLEVYOHJAIMET:

MFM	C800-CA00 vain IBM XT ja yhteensopivat	8 kt
RLL	C800-CC00	16 kt
IDE	-	-
SCSI	CC00-D000 D000-D400	16 kt

ESDI	CCOO-D000	16 kt

ERIKOISKORTIT:

NAUHAVARMISTIMET	D000-D400	16 kt
KUVANLUKIJAT	D000-D400	16 kt

EMS-KORTIT:

NORMAALIT	D000-E000	64 kt
AST RAMPAGE	D000-E000 tai mikä vapaa alue tahansa	64 kt

PCL-kielen komennot lyhyesti

Seuraavassa on lueteltuna lyhyesti PCL-kielen peruskomennot. Luettelo toimii lähinnä muistilistana. Kirjoittimesta riippuen lisänä voi olla muita komentoja.

Kuvaus	Komento	Parametri	Huom
Valinta	ESC(#X	Fontin ID-tunnus	PCL IV
ID-tunnuksen asetus	ESC*c#D	ID-tunnus	PCL IV
Ohjelmallisten fonttien poisto	ESC*c0F		PCL IV
Tilapäisten ohj. fonttien poisto	ESC*c1F		PCL IV
Poista voimassa oleva fontti	ESC*c2F		PCL IV
Poista viimeksi määritelty merkki fontista	ESC*c3F		PCL IV
Aseta voimassa oleva ohj. fontti tilapäiseksi	ESC*c4F		PCL IV
Aseta voimassa oleva ohj. fontti pysyväksi	ESC*c5F		PCL IV
Aseta voimassa olevalle fontille nykyinen ID-tunnus	ESC*c6F		PCL IV
Aseta pistekoko	ESC(s#V	Fontin pistekoko	PCL IV
Aseta tyyli normaaliksi (ei kursivointia)	ESC(s0S		PCL III
Aseta kursivointi	ESC(s1S		PCL III
ASCII-koodin valinta	ESC*c#C	Laajennettu ASCII-koodi 0 - 255	PCL IV
Ohjelmallisen fontin ID-tunnus	ESC*c#R	Tunnusluku	
Ohjelmallisen fonttitiedoston otsake (header)	ESC)s#W	Tavujen määrä. Komentoa seuraa fontin kuvaustavut.	PCL IV
Ohjelmallisen fonttitiedoston merkin kuvaus	ESC(s#W	Tavujen määrä. Komentoa seuraa merkin kuvaustavut.	PCL IV
Aseta fontin vahvennus	ESC(s#B	-7...7, tavallisemmin -3, 0 tai 3.	
Aseta merkkivalikoima	ESC(#	Merkkivalikoiman tunnus. Laajuus riippu kirjoittimesta. Esim. PC-ASCII: 10U HP Roman-8: 8U Windows 3.0: 9U Windows 3.1: 9E	PCL II
Aseta kirjainperhe	ESC(s#T	Kirjainperhe. Valikoima riippuu kirjoittimesta. Esim. Line Printer: 0 Courier: 3 Helvetica: 4 Times Roman: 5	PCL III
Alleviivaus: Aloitus	ESC&d#D	0: Kiinteä alleviivaus 5 pistettä perusviivan alapuolella 3: Liukuva alleviivaus (riippuu fontista)	
Alleviivaus: Lopetus	ESC&d@		
Merkkitiheys	ESC(s#H	Merkkitiheys merkkiä/tuuma	PCL II
Merkkitiheys 10 cpi	ESC&k0S		PCL I
Merkkitiheys 16,6 cpi	ESC&k2S		PCL I

Merkkitiheys 12 cpi ESC&k4S PCL I

HP-GL/2 -ohjauskomennot

Tässä esitellään HP-GL/2-ohjauskomennot.

Kuvaus	Komento	Parametri	Huom
HP-GL -tila päälle	ESC%#B	0: Kohdistin edellisen HP-GL -tilan osoittamaan paikkaan 1: Kohdistin PCL-tilan osoittamaan paikkaan	PCL V
Piirto-alan vaakakoko tuumina	ESC*c#K	Vaakakoko tuumina	PCL V
Piirto-alan vaakakoko desipisteinä	ESC*c#X	Vaakakoko desipisteinä	PCL V
Piirto-alan pystykoko tuumina	ESC*c#L	Pystykoko tuumina	PCL V
Piirto-alan pystykoko desipisteinä	ESC*c#Y	Pystykoko desipisteinä	PCL V
HP-GL -tilan lopetus	ESC%#A		PCL V

Kohdistin

Siirrä vaakasuunnassa sarakkeittain	ESC&a#C	Sarakenumero. + tai - sarakenumeron edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL II
Siirrä vaakasuunnassa desipisteittäin	ESC&a#H	Desipistemäärä (720 desipistettä=1"). + tai - desipistemäärän edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL III
Siirrä vaakasuunnassa pisteittäin	ESC*p#X	Pistemäärä (300 pistettä = 1"). + tai - pistemäärän edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL IV

Kuvaus	Komento	Parametri	Huom
Siirrä pystysuunnassa riveittäin	ESC&a#R	Rivinumero. + tai - rivinumeron edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL II
Kohdistin: Siirrä pystysuunnassa desipisteittäin	ESC&a#V	Desipistemäärä (720 desipistettä=1"). + tai - desipistemäärän edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL III
Kohdistin: Siirrä pystysuunnassa pisteittäin	ESC*p#Y	Pistemäärä (300 pistettä = 1"). + tai - pistemäärän edessä suorittaa suhteellisen siirron.	PCL IV
Tallenna kohdistimen koordinaatit	ESC&f0S		PCL IV
Palauta kohdistimen koordinaatit	ESC&f1S		PCL IV
Läpinäkyvä tulostus: Aloitus (Läpinäkyvässä tulostuksessa myös ohjauskoodit käsitellään merkkeinä)	ESCY		PCL I
Läpinäkyvä tulostus: Lopetus	ESCZ		PCL I
Läpinäkyvä tulostus	ESC&P#X	Läpinäkyvästi tulostettavien merkkien määrä. Komentoa seuraa vastaava määrä merkkejä.	PCL II

Makrot

Aseta ID-tunnus	ESC&f#Y	ID-tunnusluku	PCL IV
Aloita makron määritys	ESC&f0X		PCL IV
Lopeta makron määritys	ESC&f1X		PCL IV
Makron suoritus	ESC&f2X		PCL IV

Makron kustu	ESC&f3X	PCL IV
Kerrostustila päälle	ESC&f4X	PCL IV

Kuvaus	Komento	Parametri	Huom
Kerrostustila pois	ESC&f5X	PCL IV	
Poista kaikki makrot	ESC&f6X	PCL IV	
Poista tilapäiset makrot	ESC&f7X	PCL IV	
Poista viimeisin makro	ESC&f8X	PCL IV	
Tee makrosta tilapäinen	ESC&f9X	PCL IV	
Tee makrosta pysyvä	ESC&f10X	PCL IV	

Rasterigrafiikka

Resoluutio	ESC*t#R	Pistettä tuumalle. kirjoittimesta riippuen 75, 100, 150, 200, 300, 600	
Suunta		ESC*r#F 0: Seuraa suuntaa 3: Seuraa fyysistä sivua	
Grafiikatilan aloitus	ESC*r#A	0: Asettaa aloituskohdan tulostusalueen vasempaan reunaan 1: Asettaa aloituskohdan kohdistimen osoittamaan paikkaan	PCL I
Tiivistysalgoritmi	ESC*b#M	0: Ei tiivistystä 1: RLE 2: TIFF 3: Delta row	
Grafiikan lähetys	ESC*b#W	Grafiikkatavujen lukumäärä. Komentoa seuraa annettu määrä grafiikkatavuja.	PCL I
Grafiikkatilan lopetus	ESC*rB		PCL I
Grafiikan korkeus	ESC*r#T rasteririveinä	Kuva-alan korkeus	PCL V

Kuvaus		Komento	Parametri	Huom
Grafiikan leveys		ESC*r#S	Kuva-alanleveys	PCL V
	pisteinä			
Resetointi	ESCE			

Sivu-, rivi- ja tulostusasetukset

Aseta kopioiden määrä	ESC&l#X	Kopioiden määrä 1 - 99		
Sivunsiirto	ESC&l0H			
Automaattinen paperinsyöttö	ESC&l1H			
Paperin käsinsyöttö	ESC&l2H			
Kirjekuorien käsinsyöttö	ESC&l3H			
Alempi paperikaukalo	ESC&l4H			
Automaattinen sivunsiirto alareunuksen kohdalla	ESC&l#L	0: On 1: Ei	PCL I	
Pystysuuntainen tulostus	ESC&l0O		PCL IV	
Vaakasuuntainen tulostus	ESC&l1O		PCL IV	
Käänteinen pystysuuntainen tulostus		ESC&l2O		PCL V
Käänteinen vaakasuuntainen tulostus		ESC&l3O		PCL V
Sivun kääntö		ESC&a#P	90 asteen kerroin	PCL V
Aseta yläreunus		ESC&l#E	Yläreunus riveinä	
Aseta vasen reunus	ESC&a#L	Vasen reunus sarakkeina	PCL II	
Aseta oikea reunus	ESC&a#M	Oikea reunus sarakkeina	PCL II	
Rivien määrä sivulla	ESC&l#F	Rivien lukumäärä	PCL II	

Poista asetetut reunukset	ESC9
Rivinlopun kierrätys päälle	ESC&s0C

Kuvaus Huom		Komento	Parametri
Rivinlopun kierrätys pois	ESC&s1C		
Rivin lopetustapa	ESC&k#G	0: CR=CR, LF=LF, FF=FF 1: CR=CR+LF, LF=LF, FF=FF 2: CR=CR, LF=CR+LF, FF=CR+FF 3: CR=CR+LF, LF=CR+LF, FF=CR+FF	
Pystysiirtymä 1/48 tuuman kerrannaisina (VMI)	ESC&l#C	1/48-tuuman kerroin	PCL III
Vaakasiirtymä 1/120 tuuman kerrannaisina (HMI)	ESC&k#H	1/120-tuuman kerroin	PCL III
Rivien määrä tuumalle	ESC&l#D	1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 24, 48	PCL III
Puolikas rivinsiirto	ESC=		PCL III
Aseta sivukoko x 10,5")		ESC&l#A 2: Letter (8,5 x 11") 3: Legal (8,5 x 14") 26: A4 (210 x 297 mm) 80: Monarch (3 7/8 x 7 1/2") 81: Commercial (4 1/8 x 9 1/2") 90: International DL (110 x 220 mm) 91: International C5 (162 x 229 mm)	1: Executive (7,25
Aseta looginen sivun pituus	ESC&l#P	Rivien lukumäärä	PCL II

Viivat ja täyttökuviot

Kuvaus	Komento	Parametri	Huom
Suorakaiteen leveys	ESC*c#A	Leveys 1/300 tuuman kerrannaisina	PCL IV
Suorakaiteen leveys	ESC*c#H	Leveys desipisteinä	PCL IV
Suorakaiteen korkeus	ESC*c#B	Korkeus 1/300 tuuman kerrannaisina	PCL IV
Suorakaiteen korkeus	ESC*c#V	Korkeus desipisteinä	PCL IV
Suorakaiteen täyttö	ESC*c#P	0: Täysmusta 2: Varjostettu 3: Täyttökuvio	PCL IV
Suorakaiteen varjostus	ESC*c#G	2, 10, 15, 30, 45, 70, 90 tai 100	PCL IV
Suorakaiteen täyttökuvio	ESC*c#G	1: Vaakaviivat 2: Pystyviivat 3: Vinoviivat 4: Vinoviivat 5: Neliöristikko 6: Vinoristikko	PCL IV

HP-GL/2

HP-GL (**HP G**raphics **L**anguage) on alunperin piirturien ohjauskieli. PCL V:stä lähtien HP-GL/2 sisältyy myös laserkirjoittimien emulointivalikoimaan. HP-GL/2-emulointi mahdollistaa CAD-ohjelmilla ja vektorigrafiikkaa käyttävillä piirto-ohjelmilla tehtyjen kuvien tulostamisen laserkirjoittimella. HP-GL/2-kieltä voidaan pitää PCL-kielen alajoukkona PCL V:stä (Laserjet III) lähtien.

Seuraavassa esitellään lyhyesti HP-GL/2-kielen komennot. Luettelo toimii lähinnä muistilistana Huomaa, että HP-GL/2-kieltä ja PCL-kieltä voidaan käyttää samalla sivulla.

Merkintä # tarkoittaa syöttöparametria. Jos syöttöparametreja on useita, on ne merkitty muodossa #1...#n. Optionaaliset syöttöparametrit on merkitty hakasulkeisiin [].

Merkkiryhmäkomennot

Valitse ensisijainen fontti ID-tunnus	FI #	F o n t i n
Valitse toissijainen fontti ID-tunnus	FN #	F o n t i n
Skaalattava/bittigrafiikkafontti va	SB #	0:Skaalatta- 1: Bittigrafiikka
Valitse SD-komennolla valittu standardifontti	SS	
Valitse AD-komennolla valittu vaihtoehtoinen fontti	SA	

Absoluuttinen suunta	DI [#1,#2];	#1: Suuntaparametri 1 #2: Suuntaparametri 2 (-32768 - 32768)
Suhteellinen suunta	DR [#1,#2-];	#1: Suuntaparametri 1 #2: Suuntaparametri 2 (-32768 - 32768)

Merkin absoluuttinen koko	SI [#1,#2];	#1: Leveys #2: Korkeus (-127.9999 - 127.9999)
Merkin suhteellinen koko	SR [#1,#2];	#1: Leveys #2: Korkeus (-127.9999 - 127.9999)
Merkin kulma	SL [#];	Kulma
Ylimääräinen väli		ES #1[,#2] #1: Leveys #2: Korkeus
Standardifontti	SD #1,#2...[,#1,#2];	#1: Tyyppi #2: Arvo
Vaihtoehtoinen fontti	AD #1,#2...[,#1,#2];	#1: Tyyppi #2: Arvo
Merkin täyttötila	CF [#1[,#2]];	#1: Täyttötapa 0 - 3 #2: Reuna 0, 1
Nimiön suhteellinen aloituskohta	LO [#];	1 - 9
Merkin piirtäminen	CP [#1,#2];	#1: Välilyöntejä #2: Rivejä (-127.9999 - 127.9999)
Nimiön päättäminen (LB-komennolla)	DT [#1[,#2]];	#1: Päätin, oletus: ascii 3 #2: Moodi
Muuttuva tekstipolku	DV [#1[,#2]];	#1: Polku #2: Rivi
Nimiö	LB #1,#2	#1: Merkkijono #2: Päätin

Läpinäkyvä tila on/ei	TD [#];	Tila

Viiva- ja täyttöattribuuttiryhmä

Viivatyyppi	LT [#1[,#2[,#3]]];	#1: Viivatyyppi #2: Kuvion pituus #3: Tila
Viivan attribuutit	LA [#1,#2...[,#1,#2]];	#1: Viiva-attribuutti #2: Arvo
Kynäleveys	PW [#1[,#2]];	#1: Leveys #2: Kynä
Läpinäkyvyys	TR [#];	0: Pois 1: Päällä
Kynäleveyden yksikkö	WU #;	Tyyppi
Kynän valinta	SP #;	Kynänumero (1=musta)
Varjostetut vektorit	SV [#1[,#2[#3]]]	#1: Tyyppi 0,1,2,21 #2: Varjostus #3: Indeksi
Symbolitila	SM [#];	Merkki

Vektoriryhmä

Absoluuttinen kaari	AA #1,#2,#3[,#4];	#1: X-origo #2: Y-origo #3: Kulma #4: 'Pehmeys'kulma

Suhteellinen kaari	AR #1,#2,#3[,#4];	#1: X-origo (siirtymä) #2: Y-origo (siirtymä) #3: Kulma #4: 'Pehmeys'kulma
Absoluuttinen kaari kolmen pisteen kautta	AT #1,#2,#3[,#4];	#1: Xi #2: Yi #3: Kulma #4: 'Pehmeys'kulma
Absoluuttinen piirtäminen	PA [#1,#2...[#1,#2]];	#1: X #2: Y
Suhteellinen piirtäminen	PR [#1,#2...[#1,#2]];	#1: X #2: Y
Kynä alas	PD [#1,#2...[#1,#2]];	#1: X #2: Y
Kynä ylös	PU [#1,#2...[#1,#2]];	#1: X #2: Y
Suhteellinen kaari kolmen pisteen kautta (siirtymä)	RT #1,#2,#3,#4[,#5];	#1: Xi #2: Yi (siirtymä) #3: Xi (loppu) #4: Yi (loppu) #5: 'Pehmeys'kulma
Ympyrä	CI #1[,#2];	#1: Säde #2: 'Pehmeys'kulma

Monikulmioryhmä

Suorakaiteen absoluuttinen täyttö	RA #1,#2;	#1: Vastakkaisen kulman X-koordinaatti #2: Vastakkaisen kulman Y-koordinaatti

Suorakaiteen suhteellinen täyttö	RR #1,#2;	#1: Vastakkaisen kulman X-koordinaatti (siirtymä) #2: Vastakkaisen kulman Y-koordinaatti (siirtymä)
Suorakaiteen absoluuttinen piirto	EA #1,#2;	#1: Vastakkaisen kulman X-koordinaatti #2: Vastakkaisen kulman Y-koordinaatti
Suorakaiteen suhteellinen piirto	ER #1,#2;	#1: Vastakkaisen kulman X-koordinaatti (siirtymä) #2: Vastakkaisen kulman Y-koordinaatti (siirtymä)
Segmentin täyttö	WG #1,#2,#3[,#4];	#1: Säde #2: Aloituskulma #3: Kulma #4: Pehmennyskulma
Segmentin piirto	EG #1,#2,#3[,#4];	#1: Säde #2: Aloituskulma #3: Kulma #4: Pehmennyskulma
Monikulmiotila	PM #;	0: Monikulmiopuskurin tyhjennys 1: Nykyisen monikulmion sulkeminen (pysy monikulmiotilassa) 2: Nykyisen monikulmion sulkeminen (poistu monikulmiotilasta)
Monikulmion täyttö	FP ;	(täyttää monikul-miopuskurissa olevan monikulmion)

Monikulmion piirto kurissa	EP ;	(piirtää monikulmiopus-olevan monikulmion)

FONTTITIEDOSTON RAKENNE

Fonttitiedosto koostuu fontin kuvaustietueesta, jota seuraavat merkkimääritykset.

Fontin kuvaustietue

Tavut	Sisältö
0:1	Kuvaustietueen koko (64: Bittigrafiikkafontti, 80: Skaalattava Intellifont)
2	0: Bittigrafiikkafontti, 10: Skaalattava fontti
3	Fonttityyppi 0: 7-bittinen fontti, tulostettavat merkit välillä 32 - 127 1: 8-bittinen fontti, tulostettavat merkit väleillä 32 - 127 ja 160 - 255 2: 8-bittinen fontti, kaikki merkit tulostettavia paitsi 0, 7 - 15 ja 27
4	Tyylin MSB (merkitsevin tavu). LSB on tavussa 23 MSB- ja LSB-tavuissa määrätään tyyli (normaali 0, kursivoitu 1,2), leveys (normaali 0, tiivistetty 1 - 4, laajennettu 6,7) ja fontin rakenne (0 - 17, 0=kiinteä, 1=ääriviiva). Tavujen arvo määrätään kaavalla tyyli+4*leveys+32*rakenne
5	Varattu (0)
6:7	Perusviivan etäisyys (bittigrafiikkafontit) merkkisolun yläreunasta pisteinä

8:9	Merkkisolun leveys pisteinä
10:11	Merkkisolun korkeus pisteinä
12	Fontin suunta 0: Pystysuunta 1: Vaakasuunta 2: Käänteinen pystysuunta 3: Käänteinen vaakasuunta
13	Askellus (0=kiinteä, 1=suhteutettu)
14:15	Merkkivalikoiman numero (esim. 341=PC-8, 277=HP Roman-8)
16:17	Bittigrafiikkafontin merkkitiheys
18:19	Bittigrafiikkafontin merkin korkeus.
20:21	x-korkeus.
22	Leveystyyppi (-5 - 5, -5=Ultra Compressed, 0=normaali, 3=Extra Expanded).
23	Tyylin LSB, ks. tyylin MSB (tavu 4).
24	Vahvuus (-7 - 7, esim -3=Light, 0=Medium, 3=Bold).
25:26	Kirjainperheen LSB ja MSB (esim 0=Line Printer, 3=Courier).
27	Keraketyyli. Tavun 6 vähiten merkitsevää bittiä valitsevat tyypin (0 - 12) ja 2 eniten merkitsevää bittiä keraketavan (64=ei keraketta, 128=on kerake).
28	Laatu. 0: Data/Word Processing 1: NLQ 2: LQ
29	Bittigrafiikkamerkkien sijainti suhteessa perusviivaan (1, 0, -1).
30	Alleviivausmerkinn etäisyys perusviivasta.
31	Alleviivausmerkin korkeus.

32:33 Tekstikorkeus.

34:35 Tekstileveys (keskimääräinen pienen kirjaimen leveys).

36:37 Ensimmäisen tulostettavan merkin koodi (0 - 255).

38:39 Viimeisen tulostettavan merkin koodi.

40 Laajennettu merkkitiheys 1/1024 pisteen kerranaisena.

41 Laajennettu merkkikorkeus 1/1024 pisteen kerrannaisena.

42:43 Ison kirjaimen korkeus (esim. 0=70,87% pistekoosta). Jos muu kuin 0, niin korkeusprosentti lasketaan kaavasta arvo/65535.

44:47 Fontin numero ja valmistajan koodi (koodi on 47-tavun 7 vähiten merkitsevässä bitissä).

48:63 Fontin nimi, normaalisti 16 merkkiä.

64 Ylimääräinen bittigrafiikkafontin tavu, jossa tekijänoikeustieto.

Intellifont-fontit käyttävät tavuja 64:stä eteenpäin omiin määrityksiinsä.

Bittigrafiikkafontin kuvaustietuetta seuraa kunkin merkin kuvauskenttä. Kuvauskentän rakenne on esitettynä seuraavassa.

Kutakin merkin kuvauskenttää edeltää koodi ESC*c#E (missä # on merkin ASCII-koodi desimaalilukuna) ja koodi ESC(s#W (missä # määrittää merkin kuvauskentän pituuden).

Bittigrafiikkamerkin kuvauskenttä

Tavu	**Sisältö**
0	4
1	Tavallisesti 0 (0=uuden merkin määrittelyn alku).
2	14

3 Merkin bittigrafiikkakuvan tiivistys
1: Ei tiivistystä
2: RLE-tiivistetty

4 Suunta.
0: Pystysuunta
1: Vaakasuunta
2: Käänteinen pystysuunta
3: Käänteinen vaakasuunta

5 0

6:7 Merkin referenssipisteen etäisyys merkin vasemmasta reunuksesta tavussa 7. Tavu 6: 0=positiivinen etäisyys, 1=negatiivinen etäisyys.

8:9 Merkin referenssipisteen etäisyys merkin yläreunuksesta. Sisältö kuten tavuissa 6:7.

10:11 Merkin leveys pisteinä (1-16384).

12:13 Merkin korkeus pisteinä (0-128).

14:15 Kohdistimen siirtymä suhteutetussa fontissa merkin tulostuksen jälkeen.

16... Merkkidata

CaPSL-kielen komennot lyhyesti

Kuvaus	Komento	Syöttöparametri
Resetointi: Hard		ESCc
Resetointi: Soft		ESC<
Resetointi: Parametrien resetointi		ESC=
Aseta ISO-tila		ESC;
Yksikkö: Yksikön valinta (vaikuttaa moniin yksikköä käyttäviin komentoihin)	ESC[#SPI	2: 1/720" 6: 1/1000 mm 7: 1/300" 6: 1/100 mm
Tulostusympäristö	ESC[<#1>%#2	#1: Tunnus (max. 20) #2: y: ympäristön palautus z: ympäristön tallennus
Sivu-, rivi- ja tulostusasetukset		
Sivuasetukset: pysty		ESC[#p 0: nykyinen, 1: nykyinen, vaaka 14: A4, pysty 15: A4, vaaka 30: Letter, vaaka 31: Letter, pysty 32: Legal, pysty 33: Legal, vaaka 40: Executive, pysty
Käyttäjän sivuasetus	ESC[#1;#2;#3p	#1: 80 - 90 #2: korkeus #3: leveys
Sivun kääntö	ESC[#%r	0: pysty 1: vaaka

Automaattinen paperinsyöttö		ESC[0q
Manuaalinen paperinsyöttö	ESC[1q	
Kopioiden määrä		ESC[#v Kopioidenmäärä
Reunuksen asetus kohdistimen osoittamaan paikkaan	ESC[#t	0: Vasen reunus 1: Oikea reunus 2: Yläreunus 3: Alareunus
Reunusten poisto	ESC[#u	0: Vasen ja oikea reunus 1: Ylä- ja alareunus
Rivitiheys	ESC[#SPL	0: 6 riviä/tuuma 1: 4 riviä/tuuma 2: 3 riviä/tuuma 3: 12 riviä/tuuma 4: 8 riviä/tuuma
Aseta VMI- ja HMI-siirtoarvot		ESC[#1;#2SPG #1: VMI #2: HMI

Kohdistin

Siirtoyksikkö	ESC[11#	h: Valittu yksikkö l: Rivi/sarake
Absoluuttinen siirto pystysuunnassa	ESC[#d	Rivi
Absoluuttinen siirto vaakasuunnassa	ESC[#`	Sarake
Absoluuttinen siirto koordinaattiin	ESC[#1;#2f	#1: Pystykoordinaatti #2: Vaakakoordinaatti
Suhteellinen siirto määrä (rivi/sarake)		ESC[#1#2 #1: Siirron #2: k: ylös, e: alas, j: vasen, a: oikea
Aseta sarkain	ESC#	H: Vaakasarkain J: Pystysarkain

Siirry vaakasarkaimeen	HT	
Siirry pystysarkaimeen	VT	
Rivinsiirto	ESCE	
Puolikas rivinsiirto	ESCK	
Käänteinen rivinsiirto	ESCM	
Käänteinen puolikas rivinsiirto		ESCL

Fontit

Vahvennus	ESC[#m	1: Bold 2: Medium 3: Light
Kirjainperhe:	ESC[#y	0: Line printer 1: Pica 2: Elite 3: Courier 4: Swiss 5: Dutch 16: Garland PS 17: Humanist 23: Century 200 - 256: Käyttäjän määritte- lemä
Valitse merkkivalikoima nimen perusteella	ESCPz#ESC\	Merkkivalikoiman nimi
Määrää ensisijainen graf. merkkivalikoima	ESC(#	Merkkivalikoiman koodi, esim B: ISO_USA K: ISO_GER #$3: S/F (huom. #=ASCII 35) '$2: IBML
Määrää toissijainen graf. merkkivalikoima	ESC)#	Merkkivalikoiman koodi
Ensisijainen merkistö käyttöön	SI	

Toissijainen merkistö käyttöön	SO	
Merkkitiheys merkkiä/tuuma	ESC[#SPK	0: 10cpi 1: 12 cpi 2: 15 cpi 3: 6 cpi ?0: Suhteutettu askellus
Merkkikoko:	ESC[#SPC	0 - 65536 riippuen käytetystä yksiköstä
Tyyli	ESC[#m	3: Kursivoitu 23: Normaali
Aseta tunnus merkkivalikoimalle	ESC[#1;#2SPD	#1: Tunnusluku #2: 0=sama kuin asetettaessa 1: Ensisijainen 2: Toissijainen
Alleviivaus päälle	ESC[#m	4: Alleviivaus päälle 21: Kaksoisalleviivaus päälle 24: Alleviivaus pois päältä
Negatiiviset merkit (Valkoiset merkit mustalla)	ESC[7m	
Negatiiviset merkit pois (Mustat merkit valkoisella)	ESC[27m	
Varjostetut merkit	ESC[5m	
Varjostetut merkit pois	ESC[25m	

Rasterigrafiikka

Aloita viivanpiirto	ESC[#1;#2;#3{	#1: Viivaleveys #2: Viivatyyppi 0 - 6 #3: Sijainti 0: Vasen yläkulma 1: Keskellä yläreunaa 2: Oikea yläkulma 3: Keskellä vasenta reunaa 4: Keskellä 5: Keskellä oikeata reunaa 6: Vasen alakulma 7: Keskellä alareunaa 8: Oikea alareuna 9: Nykyinen sijainti
Lopeta viivanpiirto	ESC[#}	Kuten syöttöparametri #3 komennossa Aloita viivanpiirto
Aloita suorakaide	ESC[#1;#2;#3s	#1: Täyttökuvio #2: Sijainti (kuten syöttöparametri #3 komennossa Aloita viivanpiirto) #3: Kolme täyttökuvion attribuuttia: 1. attribuutti: 0=normaali, 1=käänteinen 2. attribuutti: 0=normaali, 1=peilikuva 3. attribuutti (kääntö): 0=0 astetta, 1=90 astetta, 2=180 astetta, 3=270 astetta
Lopeta suorakaide	ESC[#r	Sijainti(kutensyöttöparametri #3 komennossa Aloita viivanpiirto)
Päällekkäinen varjostus	ESC[?24h	
OR-varjostus		ESC[?24l
Varjostuskuvion rekisteröinti		ESC[#1;#2/y#3 # 1 :
Tavujen kokonaismäärä		

#2: Kuvion tunnusluku
#3: Kuvion datatavut

Rasterigrafiikka	ESC[#1;#2;#3/r#4	#1: Tavujen kokonaismäärä #2: Leveys #3: Suurennus #4: Grafiikkatavut
Aloita rasteriviivagrafiikka	ESC[#1;#2;#3&u	#1: Leveys #2: Korkeus #3: Suurennus

Makrot

Makron rekisteröinti	ESC[#1;#2;#3/z#4	#1: Tavujen kokonaismäärä #2: Makron tunnusluku #3: Suorituksen määrä #4: Makrokoodi
Makron suoritus	ESC[#1;#2%x	#1: Makron tunnusluku #2: Suorituksen määrä
Käynnistysmakro	ESC[#%q	Makron numero
Kerrostuksen aloitus	ESC[1;#1;#2&s	#1: Kerrostusnumero (0,1) #2: Rekisteröinti: 0: Tilapäinen 1: Pysyvä
Kerrostuksen lopetus	ESC[0&s	
Kerrostus päälle	ESC[1;#&w	Kerrostusnumero
Kerrostus pois päältä	ESC[0&w	

Esimerkkitiedosto PCL-, CaPSL- ja PS-muodoissa

Tässä esitetään koodi, jonka kirjoitin vastaanottaa tulostettaessa teksti PCL-kirjoitin, CaPSL-kirjoitin ja PostScript-kirjoitin vastaavasti PCL-, CaPSL- ja PostScript-kirjoittimella. Tulostus on suoritettu Windowsin Write-teksinkäsittelyohjelmalla käyttäen A4-paperikokoa pystysuunnassa ja kirjoittimen 12 pisteen Courier-fonttia. Muut asetukset ovat Write-ohjelman ja kirjoitinajurien oletusarvoja, lukuunottamatta PostScript-tulostusta, jossa tulostusta ei ohjattu EPS-muodossa.

PCL-kirjoitin (HP LaserJet II)

Koodi heksadesimaalimuodossa	Koodi ASCII-muodossa (ohjausmerkit on korvattu pisteillä)
1B 45 1B 26 6C 30 4C 1B 26 6C 31 48 1B 26 6C 32	.E.&l0L.&l1H.&l2
36 61 34 64 31 65 34 35 46 1B 26 6C 30 6F 31 45	6a4d1e45F.&l0o1E
1B 2A 74 33 30 30 52 0D 1B 2A 70 32 36 32 59 1B	.*t300R..*p262Y.
2A 70 33 32 30 58 1B 28 30 4E 1B 28 73 33 74 30	*p320X.(0N.(s3t0
62 30 73 31 32 2E 30 30 76 31 30 2E 30 30 68 30	b0s12.00v10.00h0
50 50 43 4C 2D 6B 69 72 6A 6F 69 74 69 6E 0C 1B	PPCL-kirjoitin..
45	E

CAPSL-kirjoitin (Canon LBP-8 III)

Koodi heksadesimaalimuodossa	Koodi ASCII-muodossa (ohjausmerkit on korvattu pisteillä)
1B 3B 1B 5B 31 31 68 1B 5B 37 20 49 1B 5B 3F 32	.;.[11h.[7 I.[?2
68 1B 5B 3F 33 32 68 1B 5B 30 23 78 1B 5B 32 37	h.[?32h.[0#x.[27
6D 1B 5B 31 34 3B 3B 70 1B 5B 30 25 72 1B 5B 30	m.[14;;p.[0%r.[0
71 1B 5B 31 76 1B 5B 30 60 1B 5B 30 64 1B 5B 36	q.[1v.[0`.[0d.[6
30 6B 1B 50 7A 4E 63 6F 75 72 69 65 72 31 30 2E	0k.PzNcourier10.
49 42 4D 4C 1B 5C 1B 29 27 20 33 1B 5B 3F 32 37	IBML.\.)' 3.[?27
6D 1B 5B 3F 32 36 6D 1B 5B 32 32 38 64 1B 5B 33	m.[?26m.[228d.[3
31 35 60 43 41 50 53 4C 2D 6B 69 72 6A 6F 69 74	15`CAPSL-kirjoit
69 6E 0C 1B 3C	in..<

PostScript-kirjoitin (PostScript-laiteajuri)

Koodi on ASCII-muodossa

```
%!PS-Adobe-3.0
%%Creator: Windows PSCRIPT
%%Title: Write - (Untitled)
%%BoundingBox: 18 23 577 819
%%DocumentNeededResources: (atend)
%%DocumentSuppliedResources: (atend)
%%Pages: (atend)
%%BeginResource: procset Win35Dict 3 1
/Win35Dict 290 dict def Win35Dict begin/bd{bind def}bind def/in{72
mul}bd/ed{exch def}bd/ld{load def}bd/tr/translate ld/gs/gsave ld/gr
/grestore ld/M/moveto ld/L/lineto ld/rmt/rmoveto ld/rlt/rlineto ld
/rct/rcurveto ld/st/stroke ld/n/newpath ld/sm/setmatrix ld/cm/currentmatrix
ld/cp/closepath ld/ARC/arcn ld/TR{65536 div}bd/lj/setlinejoin ld/lc
/setlinecap ld/ml/setmiterlimit ld/sl/setlinewidth ld/scignore false
def/sc{scignore{pop pop pop}{0 index 2 index eq 2 index 4 index eq
and{pop pop 255 div setgray}{3{255 div 3 1 roll}repeat setrgbcolor}ifelse}ifelse}bd
/FC{bR bG bB sc}bd/fC{/bB ed/bG ed/bR ed}bd/HC{hR hG hB sc}bd/hC{
/hB ed/hG ed/hR ed}bd/PC{pR pG pB sc}bd/pC{/pB ed/pG ed/pR ed}bd/sM
matrix def/PenW 1 def/iPen 5 def/mxF matrix def/mxE matrix def/mxUE
matrix def/mxUF matrix def/fBE false def/iDevRes 72 0 matrix defaultmatrix
dtransform dup mul exch dup mul add sqrt def/fPP false def/SS{fPP{
/SV save def}{gs}ifelse}bd/RS{fPP{SV restore}{gr}ifelse}bd/EJ{gsave
showpage grestore}bd/#C{userdict begin/#copies ed end}bd/FEbuf 2 string
def/FEglyph(G  )def/FE{1 exch{dup 16 FEbuf cvrs FEglyph exch 1 exch
putinterval 1 index exch FEglyph cvn put}for}bd/SM{/iRes ed/cyP ed
/cxPg ed/cyM ed/cxM ed 72 100 div dup scale dup 0 ne{90 eq{cyM exch
0 eq{cxM exch tr -90 rotate -1 1 scale}{cxM cxPg add exch tr +90 rotate}ifelse}{cyP
cyM sub exch 0 ne{cxM exch tr -90 rotate}{cxM cxPg add exch tr -90
rotate 1 -1 scale}ifelse}ifelse}{pop cyP cyM sub exch 0 ne{cxM cxPg
add exch tr 180 rotate}{cxM exch tr 1 -1 scale}ifelse}ifelse 100 iRes
div dup scale 0 0 transform .25 add round .25 sub exch .25 add round
.25 sub exch itransform translate}bd/SJ{1 index 0 eq{pop pop/fBE false
def}{1 index/Break ed div/dxBreak ed/fBE true def}ifelse}bd/ANSIVec[
16#0/grave 16#1/acute 16#2/circumflex 16#3/tilde 16#4/macron 16#5/breve
16#6/dotaccent 16#7/dieresis 16#8/ring 16#9/cedilla 16#A/hungarumlaut
16#B/ogonek 16#C/caron 16#D/dotlessi 16#27/quotesingle 16#60/grave
16#7C/bar 16#82/quotesinglbase 16#83/florin 16#84/quotedblbase 16#85
/ellipsis 16#86/dagger 16#87/daggerdbl 16#89/perthousand 16#8A/Scaron
16#8B/guilsinglleft 16#8C/OE 16#91/quoteleft 16#92/quoteright 16#93
/quotedblleft 16#94/quotedblright 16#95/bullet 16#96/endash 16#97
/emdash 16#99/trademark 16#9A/scaron 16#9B/guilsinglright 16#9C/oe
16#9F/Ydieresis 16#A0/space 16#A4/currency 16#A6/brokenbar 16#A7/section
16#A8/dieresis 16#A9/copyright 16#AA/ordfeminine 16#AB/guillemotleft
16#AC/logicalnot 16#AD/hyphen 16#AE/registered 16#AF/macron 16#B0/degree
16#B1/plusminus 16#B2/twosuperior 16#B3/threesuperior 16#B4/acute 16#B5
/mu 16#B6/paragraph 16#B7/periodcentered 16#B8/cedilla 16#B9/onesuperior
16#BA/ordmasculine 16#BB/guillemotright 16#BC/onequarter 16#BD/onehalf
16#BE/threequarters 16#BF/questiondown 16#C0/Agrave 16#C1/Aacute 16#C2
/Acircumflex 16#C3/Atilde 16#C4/Adieresis 16#C5/Aring 16#C6/AE 16#C7
/Ccedilla 16#C8/Egrave 16#C9/Eacute 16#CA/Ecircumflex 16#CB/Edieresis
16#CC/Igrave 16#CD/Iacute 16#CE/Icircumflex 16#CF/Idieresis 16#D0/Eth
16#D1/Ntilde 16#D2/Ograve 16#D3/Oacute 16#D4/Ocircumflex 16#D5/Otilde
16#D6/Odieresis 16#D7/multiply 16#D8/Oslash 16#D9/Ugrave 16#DA/Uacute
16#DB/Ucircumflex 16#DC/Udieresis 16#DD/Yacute 16#DE/Thorn 16#DF/germandbls
16#E0/agrave 16#E1/aacute 16#E2/acircumflex 16#E3/atilde 16#E4/adieresis
16#E5/aring 16#E6/ae 16#E7/ccedilla 16#E8/egrave 16#E9/eacute 16#EA
/ecircumflex 16#EB/edieresis 16#EC/igrave 16#ED/iacute 16#EE/icircumflex
16#EF/idieresis 16#F0/eth 16#F1/ntilde 16#F2/ograve 16#F3/oacute 16#F4
/ocircumflex 16#F5/otilde 16#F6/odieresis 16#F7/divide 16#F8/oslash
16#F9/ugrave 16#FA/uacute 16#FB/ucircumflex 16#FC/udieresis 16#FD/yacute
16#FE/thorn 16#FF/ydieresis ] def/reencdict 12 dict def/IsChar{basefontdict
/CharStrings get exch known}bd/MapCh{dup IsChar not{pop/bullet}if
newfont/Encoding get 3 1 roll put}bd/MapDegree{16#b0/degree IsChar{
/degree}{/ring}ifelse MapCh}bd/MapBB{16#a6/brokenbar IsChar{/brokenbar}{
/bar}ifelse MapCh}bd/ANSIFont{reencdict begin/newfontname ed/basefontname
ed FontDirectory newfontname known not{/basefontdict basefontname findfont
def/newfont basefontdict maxlength dict def basefontdict{exch dup/FID
ne{dup/Encoding eq{exch dup length array copy newfont 3 1 roll put}{exch
```

```
newfont 3 1 roll put}ifelse}{pop pop}ifelse}forall newfont/FontName
newfontname put 127 1 159{newfont/Encoding get exch/bullet put}for
ANSIVec aload pop ANSIVec length 2 idiv{MapCh}repeat MapDegree MapBB
newfontname newfont definefont pop}if newfontname end}bd/SB{FC/ULlen
ed/str ed str length fBE not{dup 1 gt{1 sub}if}if/cbStr ed/dxGdi ed
/y0 ed/x0 ed str stringwidth dup 0 ne{/y1 ed/x1 ed y1 y1 mul x1 x1
mul add sqrt dxGdi exch div 1 sub dup x1 mul cbStr div exch y1 mul
cbStr div}{exch abs neg dxGdi add cbStr div exch}ifelse/dyExtra ed
/dxExtra ed x0 y0 M fBE{dxBreak 0 BCh dxExtra dyExtra str awidthshow}{dxExtra
dyExtra str ashow}ifelse fUL{x0 y0 M dxUL dyUL rmt ULlen fBE{Break
add}if 0 mxUE transform gs rlt cyUL sl [] 0 setdash st gr}if fSO{x0
y0 M dxSO dySO rmt ULlen fBE{Break add}if 0 mxUE transform gs rlt cyUL
sl [] 0 setdash st gr}if n/fBE false def}bd/font{/name ed/Ascent ed
0 ne/fT3 ed 0 ne/fSO ed 0 ne/fUL ed/Sy ed/Sx ed 10.0 div/ori ed -10.0
div/esc ed/BCh ed name findfont/xAscent 0 def/yAscent Ascent def/ULesc
esc def ULesc mxUE rotate pop fT3{/esc 0 def xAscent yAscent mxUE transform
/yAscent ed/xAscent ed}if [Sx 0 0 Sy neg xAscent yAscent] esc mxE
rotate mxF concatmatrix makefont setfont [Sx 0 0 Sy neg 0 Ascent] mxUE
mxUF concatmatrix pop fUL{currentfont dup/FontInfo get/UnderlinePosition
known not{pop/Courier findfont}if/FontInfo get/UnderlinePosition get
1000 div 0 exch mxUF transform/dyUL ed/dxUL ed}if fSO{0 .3 mxUF transform
/dySO ed/dxSO ed}if fUL fSO or{currentfont dup/FontInfo get/UnderlineThickness
known not{pop/Courier findfont}if/FontInfo get/UnderlineThickness get
1000 div Sy mul/cyUL ed}if}bd/min{2 copy gt{exch}if pop}bd/max{2 copy
lt{exch}if pop}bd/CP{/ft ed{{ft 0 eq{clip}{eoclip}ifelse}stopped{currentflat
1 add setflat}{exit}ifelse}loop}bd/patfont 10 dict def patfont begin

/FontType 3 def/FontMatrix [1 0 0 -1 0 0] def/FontBBox [0 0 16 16]
def/Encoding StandardEncoding def/BuildChar{pop pop 16 0 0 0 16 16
setcachedevice 16 16 false [1 0 0 1 .25 .25]{pat}imagemask}bd end/p{
/pat 32 string def{}forall 0 1 7{dup 2 mul pat exch 3 index put dup
2 mul 1 add pat exch 3 index put dup 2 mul 16 add pat exch 3 index
put 2 mul 17 add pat exch 2 index put pop}for}bd/pfill{/PatFont patfont
definefont setfont/ch(AAAA)def X0 64 X1{Y1 -16 Y0{1 index exch M ch
show}for pop}for}bd/vert{X0 w X1{dup Y0 M Y1 L st}for}bd/horz{Y0 w
Y1{dup X0 exch M X1 exch L st}for}bd/fdiag{X0 w X1{Y0 M X1 X0 sub dup
rlt st}for Y0 w Y1{X0 exch M Y1 Y0 sub dup rlt st}for}bd/bdiag{X0 w
X1{Y1 M X1 X0 sub dup neg rlt st}for Y0 w Y1{X0 exch M Y1 Y0 sub dup
neg rlt st}for}bd/AU{1 add cvi 15 or}bd/AD{1 sub cvi -16 and}bd/SHR{pathbbox
AU/Y1 ed AU/X1 ed AD/Y0 ed AD/X0 ed}bd/hfill{/w iRes 37.5 div round
def 0.1 sl [] 0 setdash n dup 0 eq{horz}if dup 1 eq{vert}if dup 2 eq{fdiag}if
dup 3 eq{bdiag}if dup 4 eq{horz vert}if 5 eq{fdiag bdiag}if}bd/F{/ft
ed fm 256 and 0 ne{gs FC ft 0 eq{fill}{eofill}ifelse gr}if fm 1536
and 0 ne{SHR gs HC ft CP fm 1024 and 0 ne{/Tmp save def pfill Tmp restore}{fm
15 and hfill}ifelse gr}if}bd/S{PenW sl PC st}bd/m matrix def/GW{iRes
12 div PenW add cvi}bd/DoW{iRes 50 div PenW add cvi}bd/DW{iRes 8 div
PenW add cvi}bd/SP{/PenW ed/iPen ed iPen 0 eq iPen 6 eq or{[] 0 setdash}if
iPen 1 eq{[DW GW] 0 setdash}if iPen 2 eq{[DoW GW] 0 setdash}if iPen
3 eq{[DW GW DoW GW] 0 setdash}if iPen 4 eq{[DW GW DoW GW DoW GW] 0
setdash}if}bd/E{m cm pop tr scale 1 0 moveto 0 0 1 0 360 arc cp m sm}bd
/AG{/sy ed/sx ed sx div 4 1 roll sy div 4 1 roll sx div 4 1 roll sy
div 4 1 roll atan/a2 ed atan/a1 ed sx sy scale a1 a2 ARC}def/A{m cm
pop tr AG m sm}def/P{m cm pop tr 0 0 M AG cp m sm}def/RRect{n 4 copy
M 3 1 roll exch L 4 2 roll L L cp}bd/RRCC{/r ed/y1 ed/x1 ed/y0 ed/x0
ed x0 x1 add 2 div y0 M x1 y0 x1 y1 r arcto 4{pop}repeat x1 y1 x0 y1
r arcto 4{pop}repeat x0 y1 x0 y0 r arcto 4{pop}repeat x0 y0 x1 y0 r
arcto 4{pop}repeat cp}bd/RR{2 copy 0 eq exch 0 eq or{pop pop RRect}{2
copy eq{pop RRCC}{m cm pop/y2 ed/x2 ed/ys y2 x2 div 1 max def/xs x2
y2 div 1 max def/y1 exch ys div def/x1 exch xs div def/y0 exch ys div
def/x0 exch xs div def/r2 x2 y2 min def xs ys scale x0 x1 add 2 div
y0 M x1 y0 x1 y1 r2 arcto 4{pop}repeat x1 y1 x0 y1 r2 arcto 4{pop}repeat
x0 y1 x0 y0 r2 arcto 4{pop}repeat x0 y0 x1 y0 r2 arcto 4{pop}repeat
m sm cp}ifelse}ifelse}bd/PP{{rlt}repeat}bd/OB{gs 0 ne{7 3 roll/y ed
/x ed x y translate ULesc rotate x neg y neg translate x y 7 -3 roll}if
sc B fill gr}bd/B{M/dy ed/dx ed dx 0 rlt 0 dy rlt dx neg 0 rlt cp}bd
/CB{B clip n}bd/ErrHandler{errordict dup maxlength exch length gt
dup{errordict     begin}if/errhelpdict     12     dict     def     errhelpdict     be-
gin/stackunderflow(operand stack underflow)def
/undefined(this name is not defined in a dictionary)def/VMerror(you have used up all
the printer's memory)def
/typecheck(operator was expecting a different type of operand)def
/ioerror(input/output error occured)def end{end}if errordict begin
/handleerror{$error begin newerror{/newerror false def showpage 72
72 scale/x .25 def/y 9.6 def/Helvetica findfont .2 scalefont setfont
```

```
x y moveto(Offending Command = )show/command load{dup type/stringtype
ne{(max err string)cvs}if show}exec/y y .2 sub def x y moveto(Error = )show
errorname{dup type dup( max err string )cvs show( : )show/stringtype
ne{( max err string )cvs}if show}exec errordict begin errhelpdict errorname
known{x 1 add y .2 sub moveto errhelpdict errorname get show}if end
/y y .4 sub def x y moveto(Stack =)show ostack{/y y .2 sub def x 1
add y moveto dup type/stringtype ne{( max err string )cvs}if show}forall
showpage}if end}def end}bd end
%%EndResource
/SVDoc save def
%%EndProlog
%%BeginSetup
Win35Dict begin
ErrHandler
statusdict begin 0 setjobtimeout end
statusdict begin statusdict /jobname (Write - (Untitled)) put end
/oldDictCnt countdictstack def {}stopped
{ countdictstack oldDictCnt lt { Win35Dict begin }
{1 1 countdictstack oldDictCnt sub {pop end } for } ifelse } if
/oldDictCnt countdictstack def {a4
}stopped
{ countdictstack oldDictCnt lt { Win35Dict begin }
{1 1 countdictstack oldDictCnt sub {pop end } for } ifelse } if
[{mark 1.0 1.0 .98 .9 .82 .68 .56 .48 .28 .1 .06 .0 counttomark dup 3 add -1 roll exch
2 sub mul dup floor cvi dup 3 1 roll sub exch dup  3 add index exch 2 add index dup 4
1 roll sub mul add counttomark 1 add 1 roll  cleartomark } bind
/exec load currenttransfer /exec load] cvx settransfer
/setresolution where { pop 300 300 setresolution } if
%%EndSetup
%%Page: 1 1
%%PageResources: (atend)
SS
0 0 25 31 776 1169 300 SM
32 0 0 50 50 0 0 0 40 /Courier /font0 ANSIFont font
0 0 0 fC
300 207 600 (POSTSCRIPT-kirjoitin) 600 SB
1 #C
statusdict begin /manualfeed false store end
EJ RS
%%PageTrailer
%%PageResources: font Courier
%%Trailer
SVDoc restore
end
%%Pages: 1
%%DocumentSuppliedResources: procset Win35Dict 3 1

%%DocumentNeededResources: font Courier

%%EOF
```

SANASTO

386MAX

Eräs suosituimmista muistinhallintaohjelmista.

10Base2 (10 Mb/s, Baseband, 200 m)

IEEE 802.3:n mukainen lähiverkkokaapelointi, jolla liikennöidään nopeudella 10 Mb/s ja jossa kaapelisegmentin (kaapelointiosuuden, jossa ei ole toistimia) suurin pituus on 185 metriä. 10Base2-kaapelointia kutsutaan ohut-Ethernetiksi. Käytettävä kaapeli on 50 ohmin koaksiaalikaapelia. Signalointityypiltään verkko on kantataajuuslähiverkko, jossa signaali varaa koko siirtokaistan itselleen.

10Base5 (10 Mb/s, Baseband, 500 m)

IEEE 802.3:n mukainen lähiverkkokaapelointi, jolla liikennöidään nopeudella 10 Mb/s ja jossa kaapelisegmentin suurin pituus on 500 metriä. 10Base5-kaapelointia kutsutaan paksuksi Ethernetiksi. Käytettävä keltainen 50 Ohmin kaapeli on noin 1 cm paksuista. Signalointityypiltään verkko on kantataajuuslähiverkko, jossa signaali varaa koko siirtotien leveyden itselleen.

10BaseF (10 Mb/s, Baseband, Fiber)

Optinen lähiverkkokaapelointi, jolla liikennöidään nopeudella 10 Mb/s. 10BaseF:n esiaste on FOIRL-(Fiberoptic Interrepeater Link) standardi. Signalointityypiltään verkko on kantataajuuslähiverkko, jossa signaali varaa koko siirtotien leveyden itselleen.

10BaseT (10 Mb/s, Baseband, Twisted-Pair)

IEEE 802.3:ssa määritelty tähtimäinen lähiverkkokaapelointi, jossa liikennöidään nopeudella 10 Mb/s ja työasemaliitännän etäisyys tähtipisteestä eli hubista on 100 metriä. Käytettävä kaapeli on nelikierrettä käytettävät liittimet tyypiltään RJ45-miniliitin. Signalointityypiltään verkko on kantataajuuslähiverkko, jossa signaali varaa koko siirtotien leveyden itselleen.

10Broad36 (10 Mb/s, Broadband, 3600 m)

Lähiverkkokaapelointi, jolla liikennöidään nopeudella 10 Mb/s ja jossa kaapelisegmentin suurin pituus on 500 metriä. 10Broad36-kaapelointia kutsutaan laajakaista-Ethernetiksi. Käytettävä keltainen 50 ohmin kaapeli on noin 1 cm paksuista. Signalointityypiltään verkko on laajakaistalähiverkko, jossa siirtotie on jaettu useisiin toisistaan riippumattomiin taajuuskaistoihin eli kanaviin. Laajakaistalähiverkossa voidaan eri kanavien avulla samassa kaapelissa lähettää dataa,puhetta ja kuvaa.

1Base5 (1 Mb/s, Baseband, 500 m)

IEEE 802.3:n mukainen lähiverkkokaapelointi, jolla liikennöidään nopeudella 1 Mb/s ja jossa kaapelisegmentin suurin pituus on 500 metriä. 1Base5-kaapelointia kutsutaan StarLan-kaapeloinniksi.

Käytettävä kaapeli on nelikierrettä. Signalointityypiltään verkko on kantataajuuslähiverkko, jossa signaali varaa koko siirtotien leveyden itselleen.

ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)

Äänen koodausmenetelmä digitaalisessa muodossa tallennusta varten.

ANSI (American National Standard Institute)

Järjestö, joka laatii USA:n kansallisia standardeja ja on ISO:n jäsen. Julkaisee muun muassa erilaisia tietokoneisiin, ohjelmiin sekä korkean tason ohjelmointikieliin liittyviä standardeja. ANSI on luonut mm. ASCII-koodin ja monia muita standardeja ohjelmointikielissä ja tietoliikenteessä. Katso ASC, ASCII ja ISO.

Anti-aliasing

Menetelmä, jolla kuvan voimakkaiden värien vaihtumiskohtia pehmennetään.

API (Application Programming Interface)

1) Sovellusohjelman rajapinnan järjestelmäliitäntä. Käyttöjärjestelmät kuten OS/2 ja MS/PC-DOS tarjoavat sovelluksille käyttöön erilaisia palveluita (systeemifunktiot), joita voidaan hyödyntää mm. tietoliikenteessä, grafiikassa ja näytönohjauksessa. Katso ACDI, OS/2, MS-DOS.

2) SNA-tietoliikennekäytännössä API on SNA:n vertaistoiminto, jonka kautta tapahtumankäsittelysovellus pääsee käyttämään vertaisresursseja. API on järjestelmäkohtainen ja se tarjoaa ns. verbejä sovellusten käyttöön. Katso SNA.

APM (Advanced Power Management)

Ohjelmallinen liityntä laitteiston ja käyttöjärjestelmän välillä virrankulutuksen hallintaan.

APPC (Advanced Program-to-Program Communications)

IBM:n määrittelemä käytäntö sovellusohjelmien keskinäiselle kommunikoinnille. Käytännöllä on merkitystä SNA-pohjaisissa verkoissa ja se on sukua DDE ja NetBIOS-määrittelyille. APPC on yleisnimitys LU6.2:lle. CM sisältää APPC-protokollatuen, sen konfigurointi- ja hallintapalvelut ja ohjelmointirajapinnan. Esimerkkisovelluksia ovat elektronisen postin vaihtaminen, hajautetut tietokannat ja etäistulostuskomennot.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Tiedonsiirrossa käytetty merkkien esitystapastandardi, jolla koodataan 7 tai 8 bitillä käytettävissä olevat merkit. ASCII-standardi on tarkoitettu lähinnä tekstimuotoiselle tiedolle. ASCII-järjestelmää käytetään kaikissa mikrotietokoneissa sekä mini- että useissa suu-

rissa tietokoneissa sisäisen tekstitiedon esitystapana. Katso ANSI.

ASIC (Application Specific Integrated Circuit)
Sovelluskohtaiseksi suunniteltu integroitu piiri.

Assembler
Konekieli on eräs ohjelmointikieli. Valtaosa ohjelmista tehdään muilla ohjelmointikielillä kuin konekielelle, mutta lopulta kaikki ohjelmakielten kääntäjät kääntävät ne prosessorin konekieltä käyttäväksi.

Asynkroninen (Asynchronous)
Riippumaton mistään ajallisesta ratkaisusta. Katso myös synkroninen.

ATA (AT Attachment)
ATA määrittää IDE-asemien liitäntätavan. Liitäntäkaapelina käytetään 40-pinnistä lattakaapelia. Katso myös ATA-2, IDE, EIDE ja Fast-ATA.

ATA-2
ATA-2 on kehittyneempi ja nopeampi kuin ATA. ATA-2 määrittää myös LBA-moodin, joka mahdollistaa suurten kiintolevyjen käytön. Katso myös IDE, EIDE ja Fast-ATA.

ATAPI (AT Attachment Packet Interface)
Määritelmä, jonka avulla voidaan IDE-liitäntään kytkeä oheislaitteita kuten esimerkiksi CD-ROM-asemia.

AUI (Attachment Unit Interface)
Ethernet-kortin 10BASE5-kaapeliin ('paksuun Ethernetiin') tarkoitettu liitin.

AUTOEXEC.BAT
DOS-käyttöjärjestelmän alustustiedosto jossa ladataan muistiin jäävät taustaohjelmat sekä asetetaan voimaan muita yleisiä asetuksia.

Bandwidth
Kaistanleveys, jolla mitataan kuinka paljon tietoa tietyssä ajassa kulkee paikasta toiseen. Käytetään muun muassa näytön määrityksissä.

BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Information Code)
Eräs tunnetuimpia ohjelmointikieliä, professoreiden Kemeny & Kurtzin kehittämä.

BIOS (Basic Input Output System)

Mikrotietokoneissa PROM- tai EPROM-piireille sijoitettu ohjausohjelma, jonka tehtävänä on sovittaa sovellukset mikrotietokoneen oheislaitteisiin, esimerkiksi levykeasemaan, kirjoittimeen sarjaporttiin (COMn) ja näppäimistöön. Käyttäessään BIOSia sovellus tekee ohjelmakeskeytyksen, INTxx, missä xx on keskeytyksen numero. Tästä numerosta BIOS päättelee halutun palvelun ja tekee ohjelman haluamat toiminnot. BIOSin tarkoituksena on, että ohjelman ei tarvitsisi itse toteuttaa kaikkia oheislaiterutiineja ja toisaalta ohjelma voi samoilla komennoilla käyttää erilaisia laiteeita kuten kiintolevyä ja levykeasemaa.

bit (binary digit)

Pienin tiedon esitystapa, 0 tai 1. Kahdeksan bittiä muodostaa 8-bitin tavun. Bitti on kuin sähkökytkin: Se joko on päällä tai poissa päältä. Koska tietokoneen rakenneosat perustuvat kaksitilaisiin elementteihin, käsittelevät keskusyksiköt binäärisiä kokonaisuuksia, joiden osasilla voi olla arvona vain 1 tai 0. Koska ihmisten on vaikeaa käsitellä binäärilukuja (1001101...) on binääriarvoja yhdistelemällä saatu lähellä 10-järjestelmää olevat oktaali- ja heksadesimaalijärjestelmät.

BNC (Bayonet Nut Coupling)

Liitintyyppi, jota alunperin on käytetty koaksiaalikaapeleiden liittämiseen esimerkiksi videoliitännöissä, radiotaajuisilla yhteyksillä sekä IEEE 802.3 10Base2 ja ohut-Ethernet-tyyppisissä lähiverkoissa. Lisäksi BNC-liitintä käytetään myös testauslaitteissa joissa liittimen nopea kiinnittäminen ja irrottaminen on tärkeää.

Boot

Tapahtuma, jossa mikro käynnistetään ja käyttöjärjestelmä luetaan käyttöön.

bps (bits per second)

Määrittelee kuinka monta bittiä sekunnissa tietoa liikkuu.

Buffer

Puskurimuisti, jota käytetään nopeuttamaan tiedonsiirtoa. Tieto siirretään väliaikaisesti puskurimuistin, josta se on välittömästi saatavilla.

Bug

Virhe tai häiriö ohjelmassa. Puhekielessä käytetään myös sanaa bugi.

Byte

Katso tavu.

C

Eniten käytetty sovellusohjelmien ohjelmointikieli.

Cache

Katso välimuisti.

CAD-ohjelmat

Computer Aided Design. Tekniset piirtely- ja suunnitteluohjelmat, joilla voidaan tehdä kaksi tai kolmiulotteisia piirustuksia ja malleja.

CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique)

(engl. International Telegraph and Telephone Consultative Committee)
Kansainvälinen telelaitosten liitto, joka julkaisi tietoliikennealan erilaisia suosituksia joilla käytännössä on lähes standardin asema. CCITT oli kansainvälisen ITU:n alainen komitea. Kesästä 1993 järjestön nimi on ollut International Telecommunication Union ja se koostuu useista alakomitetoista kuten telealaa käsittelevästä komiteasta ITU-T:stä.

CD (Compact Disc)

CD-sana käsittää yleisesti optisesti luettavat CD-asemat ja CD-levyt. Huomaa disc-sanan C-kirjain. Kiintolevyissä ja levykeasemissa disk-sanassa on K-kirjain (Hard Disk, Floppy Disk). Katso myös CD-ROM.

CDFS (Compact Disc File System)

CD-ROM-levyllä käytettävä tiedostojärjestelmä.

CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory, katso Romppu)

CD-äänilevyn kokoinen ja näköinen levy, joka sisältää tietokoneen ymmärtämää tietoa. CD-ROM:lle voidaan tallentaa 650 megatavua tietoa. Tiedon tallennus CD-levylle on yli sata kertaa halvempaa kuin tiedon tallentaminen paperille (kirjoihin).

CGA (Color Graphics Adapter)

Näytönohjain-standardi. 320 X 200 pisteen (pikselin, kuvaelementti) tarkkuudella on käytettävissä vain neljä ja 640 X 200 tarkkuudella vain kaksi väriä!

Cluster

Massamuistiasemien pienin varausyksikkö, joka koostuu tietystä määrästä sektoreita. Sektoreiden määrä riippuu massamuistin koosta ja käyttöjärjestelmästä. Tiedoston tallennus vaatii kokonaislukukerrannaisen määrän varausyksiköitä kunnes tiedoston koko on saavutettu.

CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor)
Muisteissa ja prosessoreissa käytettävä IC-piirityyppi. CMOS-laitteet toimivat suurella nopeudella ja kuluttavat vähän virtaa.

CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, blacK)
Tulostusvärijärjestelmä.

COBOL (COmmon Business Oriented Language)
Kaupallis-hallinnolliseen ohjelmointiin tarkoitettu ohjelmointikieli.

COMPRESS
Katso tiivistäminen.

COMMAND.COM
Katso komentotulkki.

CONFIG.SYS
Määrittelytiedosto, joka luetaan aina koneen käynnistyessä. Tiedosto sisältää mikrojärjestelmän asetuksia sekä lataa laiteohjeimet koneen muistiin.

CPS (Character Per Second)
Merkkiä sekunnissa. Käytetään usein tietoliikenneyhteyksissä määrittelemään yhteysnopeuden sekä tulostusnoepuden mittaamiseen.

CPU (Central Processing Unit)
Tietokoneen keskusyksikkö eli suoritin (mikroprosessori, mikrosuoritin) on laite, jossa varsinainen tietojenkäsittely tapahtuu. Mikrotietokoneissa CPU on suoritin, johon sisältyy aritmeettis-looginen yksikkö (ALU), ohjausyksikkö, erilaisia rekistereitä sekä niiden väliset tiedonsiirtoväylät. Nykyisin on alettu suorittaa tiedonkäsittelyä yhtäaikaisesti useissa keskusyksiköissä (monisuoritinjärjestelmät) ja myös oheislaiteohjaimissa.

CRT-näyttö (Cathode Ray Tube)
Kuvaputkinäyttö, käytössä pöytäkoneissa.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
IEEE 802.3 (ISO IEEE 8802/3) ja Ethernet-standardin mukainen lähiverkkojen väyläratkaisu. Kilpavarauksella toimivassa verkossa sellainen käytäntö, joka edellyttää yhteisen siirtotien kuuntelemista sen varattunaolon havaitsemiseksi.

CUA (Common User Access)
IBM:n ja Microsoftin määrittelemä SAA:n mukainen yhtenäinen käyttöliittymästandardi, joka määrittelee mm. tekstinkäsittelyssä käytetyt rutiinitoimenpiteet kuten tekstin muotoilun, leikkaa-liimauksen, lohkonsiirrot, tiedostokäsittelyn, valikkorakenteen

jne. CUA:n käytännön toteutuksia ovat esimerkiksi Windows, Windows NT, OS/2 Presentation Manager ja New Wave.

DAT (Digital Audio Tape recorder)

Tietokonekäyttöön tarkoitettu digitaalinen nauhatallennuslaite. Laite perustuu videonauhurin tapaiseen pyörivään äänipäähän. Äänipäät on sijoitettu pyörivään sylinteriin, jota on kallistettu muutaman asteen verran. Sylinterin pyöriessä äänipäät piirtävät digitaalisen ääni-informaation viistottaisina raitoina ääninauhalle. Yhdelle kasetille mahtuu 1 - 2 Gt tietoa. Käyttö lähinnä varmuuskopioiden ottamiseen.

Data

Tieto.

DDE (Dynamic Data Exchange)

MS-Windows (myös Presentation Manager) -ympäristössä oliopohjaisia sovelluksia tukeva korkean tason prosessien välinen käytäntö. Se perustuu sovellusten muodostamiin eläviin riippuvuuksiin, jolloin sovellus kertoo toiselle olevansa riippuvainen jostain ja vaativansa tiedotuksen aina kun tieto muuttuu. DDE välittää tietoa jatkuvana virtana toisin kuin leikepöydän kautta tapahtuva erätyyppinen siirto.

Default

Oletusasetus.

DIMM (Dual In-Line Memory Module)

64-bittinen muistimoduuli.

DIP (Dual In-Line package)

Eräs mikropiirin pakkausmuoto.

DIP-kytkin (DIP-switch)

Hyvin pienikokoinen vipu- tai liukukytkin.

DLL (Dynamic Link Library)

Edustaa Windows- ja OS/2-käyttöjärjestelmissä tapaa muodostaa funktiokutsujen linkit ohjelmaan aina kun ohjelma ajetaan (perinteinen tapa on muodostaa linkit käännöksessä). Etuna on, että mikäli useat ohjelmat käyttävät samoja funktioita. Samanaikaisesti vain yksi kappale koodia on pidettävä muistissa.

DMA (Direct Memory Access)

Suora muistinosoitus. Esimerkiksi kiintolevy pystyy siirtämään tietoa suoraan muistiin, ilman, että prosessori joutuu käyttämään aikaansa siirtoon.

DOS (Disk Operating System)

Levykäyttöjärjestelmä. Yleisnimitys mikrotietokoneissa levymuistien käyttöä tukeville käyttöjärjestelmille. DOS:n tehtävänä on huolehtia mm. näppäimistön, näytön, muistin ohjauksesta ja tiedonsiirrosta. Tunnettuja käyttöjärjestelmiä ovat mm. MS-DOS, Windows 95, Windows NT ja OS/2.

DPI (Dots Per Inch)

Pistettä tuumalle, tulostuslaitteiden (esim. laserkirjoittimen) tulostustarkkuus.

DPMI (DOS Protected Mode Interface)

DPMI on Microsoftin ehdotuksesta syntynyt muistinhallintakäytäntö. Sen tarkoituksena on poistaa DOS-sovelluksien ajosta syntyvät moniajosta muistinhallintaongelmat, joita syntyy kun eri DOS-sovellukset käyttävät muistia eri tavoin.

DRAM (Dynamic Random Access Memory)

Dynaaminen RAM-muisti. Vaatii jatkuvan virkistyksen.

Driver

Laiteohjain (ajuri), jonka avulla käyttöjärjestelmä osaa käyttää laitetta oikein.

DSP (Digital Signal Processor)

Integroitu piiri, joka pystyy laskemaan erittäin nopeasti yksinkertaisia tehtäviä. Sitä käytetään muun muassa äänikorteissa.

DVD (Digital Versatile Disc)

CD-ROM-levyn korvaava optinen levy. Tallennustilaa on maksimissaan 8,5 Gt.

ECP (Extended Capabilities Port)

Nopeampi kuin tavallinen rinnakkaisportti, mutta käyttää samoja kaapeleita. Mikron BIOSin ja käytettävän laitteen on tuettava ECP:tä. Katso myös EPP.

EEMS (Enhanced EMS)

AST:n valmistama laajennus EMS 3.2 versiosta.

EGA (Enhanced Graphics Array)

80-luvun puolivälissä IBM-yhteensopivissa järjestelmissä muodostunut näytön ohjausstandardiksi. EGA-näytön tarkkuus on 640 x 350 ja värien määrä 16 väriä.

EIDE (Enhanced IDE)

Western Digitalin käyttämä vastine ATA-2-standardille. EIDE on myös yleistynyt puhekielessä kattamaan kaikki ATA-2-laitteet, vaikka näin ei oikeasti ole. Katso myös IDE, ATA-2 ja Fast-ATA.

EISA (Extended Industry Standard Architecture)

Vuonna 1989 julkaistu mikrotietokoneiden väylämäärittely 32-bittiselle väylälle. Se on alaspäin yhteensopiva nykyisen teollisuusstandardin (ISA) kanssa. Yhdeksän mikrovalmistajan (AST, Compaq, Epson, HP, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse ja Zenith) muodostama ryhmä on standardin takana. Määrittely perustuu Intel-mikroprosessoria (80286, 80386, 80486, Pentium) käyttäviin mikroihin. Väylän nopeus on 33 Mb/s.

EMM386.EXE

DOS 5/6, Windows 3.x mukana seuraava EMS-muistin ja ylämuistin hallintaan tarkoitettu ohjain.

EMM (Expanded Memory Manager)

PC/MS-DOS-mikrotietokoneissa laajennusmuistin (EMS) muistinohjain. Tämän avulla saadaan EMS-muisti näkyville sivukehyksen kautta samoin kuin ylämuisti käyttöön.

EMS (Expanded Memory Specification)

Lotuksen, Microsoftin ja Intelin kehittämä MS/PC-DOS käyttöjärjestelmän yhteydessä käytetty laajennusmuististandardi. Tunnetaan myös LIM-muistina. Toimintaperiaatteena on, että EMS-muisti saadaan näkyville sivukehyksen avulla, jonka sijainti on 640-1024 kt:n välisellä muistialueella.

Energy Star

EPA:n kehittämä energiansäästöstandardi tietokoneille ja oheislaitteille. Virransäästötilassa laite ei saa kuluttaa yli 30 wattia tehoa.

EPP (Enhanced Parallel Port)

Nopeampi kuin tavallinen rinnakkaisportti, mutta käyttää samoja kaapeleita. Mikron BIOSin ja käytettävän laitteen on tuettava EPP:tä. Katso myös ECP.

ESDI (Enhanced Small Device Interface)

Eräs kiintolevyjen (vanhentunut) liitäntätapa.

Fast-ATA

Seagaten ja Quantumin käyttämä vastine ATA-2-standardille. Katso myös ATA-2 ja EIDE.

FAT (File Allocation Table)

MS/PC-DOS, Windows NT- ja OS/2-käyttöjärjestelmässä käytetty tiedostojärjestelmä. FAT on tilanvaraustaulukko, levymuistin osa jossa on levyn sisältämien tiedostojen kirjanpito. Taulukoita on itse asiassa kaksi identtistä: FAT1 ja FAT2. Taulukot sijaitsevat levyn 0-uralla.

FDDI (Fiber Distributed Data Interchange)

Optista kuitukaapelia (valokaapelia) käyttävä lähiverkon standardi.

FIFO (First In First Out)

Pinojen käsittelymenetelmä. Käytetään muun muassa UART-piireissä.

FILE

Tiedosto.

FORMATOINTI

Format. Apumuistin pohjustaminen sovittaa käytettävän apumuistin käytössä olevaa levykäyttöjärjestelmää varten. Tyhjentää yleensä apumuistin sisällön.

FTP (File Transfer Protocol)

TCP/IP:hen pohjautuva tiedostonsiirtoon tarkoitettu linjakuri.

GB (gigabyte)

Gigatavu, vastaa 1024 megatavua, 1 048 576 kilotavua ja 1 073 741 824 tavua.

HAKUAIKA (Access Time)

Aika joka kuluu tietyn tiedon hakemiseen. Keskimääräisellä hakuajalla mitataan esimerkiksi kiintolevyn aikaa useilla satunnaisilla hakutoiminnoilla.

HGC (Hercules Graphic Adapter)

Hercules-näytönohjain oli CGA:n ja myöhemmin EGA:n kilpailija. HGC (Hercules Graphics Card) tarjoaa 720 x 348 tarkkuuden yksivärisenä.

HIMEM.SYS

Microsoftin jatketun muistin XMS-protokollan mukaiseksi jatketuksi muistiksi muuntava laiteohjain. Ottaa käyttöön myös HMA-muistin alueella 1024-1088 kilotavua.

HMA (High Memory Area)

Ylämuistialue. Muistialue 1024-1088 kilotavua (-16 tavua) jota voidaan 286/386/486-suorittimissa käsitellä ilman siirtymistä suojattuun tilaan.

HPFS (High Performance File System)

Mikrotietokoneille tarkoitettu tiedostojärjestelmä. Se on toteutettu OS/2 versio 1.2:lle.

Hz

Hertsi, joka ilmoittaa kuinka monta värähdystä tapahtuu sekunnissa.

I/O (input/output)

Sisääntulo/ulostulo. Muun muassa tietoliikenteessä tiedonsiirtoväylien ja liitäntöjen yhteydessä käytetty merkintä.

IBM (International Business Machines)

PC-mikron kehittäjä ja liikevaihdoltaan maailman suurin tietokonealan yritys.

IDE (Intelligent Drive Electronics)

IDE määrittää levyaseman ja elektroniikan yhdistämistavan. ATA määrittää aseman liitäntätavan mikron väylään. Katso myös ATA, ATA-2, EIDE ja Fast-ATA.

IFSHLP.SYS

Työryhmä-Windowsin tarvitsema laiteohjain 32-bittisiä virtuaalilaiteohjaimia (VxD) varten.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc)

Lähiverkkojen kehittämiseen osallistunut standardointiorganisaatio.

Interrupt

Keskeytys. Käytetään esimerkiksi ohjelman suorituksen keskeyttämiseen tietyssä tilanteessa.

Internet

Kansainvälinen tietoverkko, joka pohjautuu TCP/IP-protokollaan. Internetillä arvioidaan olevan jo useita kymmeniä miljoonia käyttäjiä.

IPX (Internet Packet Exchange Protocol)

Novell NetWaren reitittävä tietoliikennekäytäntö.

IrDA (Infrared Data Association)

Infrapunajärjestelmää käytetään muun muassa joillekin kirjoittimille tulostettaessa. Kaapeleita ei silloin tarvita.

IRQ (Interrupt Request)

Keskeytyspyyntö. Mikrotietokoneessa palvelua hoitaa piiri, joka tunnetaan nimellä 8259A eli ohjelmoitava keskeytysohjain. IRQ-vektorit ovat yksinkertaisia yhteyksiä keskeytysohjaimen ja jonkin laitteen välillä. IRQ-vektorit sisältävät keskeytysohjelman aloitusosoitteen. Keskeytykset välittyvät CPU:lle, kun laite ilmoittaa tarvitsevansa CPU:n aikaa.

ISA (Industry Standard Architecture)

IBM:n julkaistessa PC:nsä vuonna 1981 oli siinä lisäkorttipaikkoja varten oma väylänsä. Tätä väylää on alettu kutsumaan ISA-väyläksi. Toisinaan käytetään nimitystä AT-väylä ja silloin tarkoitetaan ISA-väylän 16 bittistä korttipaikkaa. Väylän nopeus on 5 Mb/s.

ISDN (Integrated Services Digital Network)

Digitaalinen monipalveluverkko; nopeudella 2*64+16 Kbps toimiva tavallisia puhelinlinjoja käyttävä linjakuri, joka ei ehtinyt yleistyä Suomessa ennen nopeampia, lähiverkkojen yhdistämiseen paremmin soveltuvia tekniikoita.

ISO (International Standard Organization)

Kansainvälinen vuonna 1947 perustettu standardisointijärjestö. Siihen kuuluu noin 90 maata. ISO:n standardointityö tapahtuu eri alojen pysyvissä teknisissä komiteoissa, alakomiteoissa ja työryhmissä.

ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector)

Kansainvälisen telelaitosten liiton (ITU) telestandardeja käsittelevä jaosto, joka julkaisee telealan erilaisia suosituksia ja joilla käytännössä on lähes standardin asema. Järjestö tunnettiin vuoteen 1993 nimellä CCITT.

Jatkettu muisti

Extended memory. Muistialue 1024 kilotavusta ylöspäin.

k (kilo)

Tietotekniikassa 1024 tavua. Luku saadaan laskemalla 2 potenssiin 10 tavua. Katso kt.

kB (kilobytes)

Kilotavu (kt) on 1024 tavua (2 potenssiin 10 tavua). Yksi A4-tekstisivu on noin 4 kt. Katso kt.

kHz (kilohertz)

Kilohertsi on taajuuden yksikkö, 1000 värähdystä sekunnissa.

Komentotulkki

Command interpreter. Käyttöjärjestelmään kuuluva ohjelma, joka vastaanottaa käyttäjältä komentoja, tulkitsee ne ja välittää ne edelleen keskusyksikölle toteutettavaksi. PC/MS-DOSissa se on yleensä COMMAND.COM-niminen tiedosto.

Korppu (Levyke, Floppy Disk)

3 1/2 tuuman levyke, joka voi PC-ympäristössä olla 720 kt, 1,44 Mt tai 2,88 Mt kokoinen kapasiteetiltaan.

kt (kilotavu)

Tietotekniikassa 1 024 tavua (2 potenssiin 10 tavua). Englanninkielessä lyhenne on kB. Yksi tavu on 8 bittiä. Yksi A4-tekstisivu on noin 4 kt. Katso kB.

Käyttöjärjestelmä (Operating System)

Ohjelmakokonaisuus, joka vastaanottaa palvelupyyntöjä erilaisilta ohjelmilta (esim. komentotulkilta) ja toteuttaa pyydetyt palvelut käyttäen hyväksi perus syöttö/tulostuspalveluja. Jokaisessa tietokoneessa on koneenvalmistajan kyseiselle laitteistolle tekemä tai hankkima käyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmä on joukko ohjelmia, jotka ohjaavat tietokoneen toimintaa. PC-mikroissa käytetään normaalisti DOS- tai Windows 95 -käyttöjärjestelmää.

Käyttöliittymä

User interface. Johonkin käyttöjärjestelmään kuuluva rajapinta käyttäjän ja käyttöjärjestelmän välillä. Käyttöliittymät ovat usein graafisia ja ikkunoivia. Välineet ja toiminnot, joilla käyttäjä on yhteydessä tietokonejärjestelmään.

Laajennettu muisti

Katso EMS.

Laiteohjain

Device driver. Ohjelma(tiedosto), joka mahdollistaa oheislaitteen käyttöönottamisen.

LAN (Local Area Network)

Tietoliikenteessä lähiverkko. Maantieteellisesti rajatun pienehkön alueen sisäistä tietoliikennettä hoitava suuren siirtokapasiteetin omaava verkko, jonka tavallisesti omistaa yksi yritys tai laitos. Verkko koostuu työasemista ja palvelimista. Vertaa MAN ja WAN.

Latenssi (Latency)

Aika, jonka levyaseman levy kuluttaa pyörähtäessään puoli kierrosta.

LBA (Logical Block Addressing)

Menetelmä, jonka avulla SCSI- ja IDE-kiintolevyjen suuret parametrit käännetään mikron BIOSille sopiviksi.

LCD (Liquid Crystal Display)
Nestekidenäyttö.

Levyasema (Disk Drive)
Apumuisti. Yleensä kiintolevy, levykeasema tai CD-ROM-asema.

Levyke
Floppy disk, diskette, korppu. Taipuisan muovisen magneettilevyn muodostama apumuisti.

LM/X (LAN Manager UniX)
LAN Manager-verkko-ohjelmiston UNIX-versio

Local Bus
Paikallisväylä. Nopeampi tapa siirtää tietoa kuin ISA-väylä. Tällä hetkellä valmistetaan ainoastaan PCI-paikallisväylälaitteita.

Looginen sivu
Logical page. EMS-muistissa käytettävä 64 kilotavun sivukehys jakaantuu 16 kilotavun loogisiin sivuihin.

LUN (Logical Unit Number)
SCSI-laite voidaan jakaa kahdeksaan loogiseen osaan, jolloin jokaiselle osalle annetaan oma LUN-numero (0 - 7).

M (mega)
Tietotekniikassa 1024 kilotavua, 1 048 576 tavua. Katso MB ja kB.

MAN (Metropolitan Area Network)
1) Yleisnimitys alueverkoista, jotka kattavat kaupungin tai jonkun muun taajama-alueen.
2) IEEE 802.6-mukainen verkko, puhe, data ja kuvasignaalit. IEEE 802.6 perustuu DQDB *(dual queue dual bus)* -menettelyyn, jossa jokainen asema liittyy kahteen vastakkaisiin suuntiin dataa siirtävään optiseen kuituun. Liikennöintinopeus noin 50 - 150 Mb/s.

MAPI (Messaging Application Program Interface)
Microsoftin määrittelemä rajapinta sanomanvälitysjärjestelmille pyrkimyksenä saada yleispätevä standardi. MAPI koostuu useasta osasta. Katso API ja OMI.

Mb (megabits)
Megabitti, miljoona bittiä.

MB (megabyte)

Megatavu, 1024 kilotavua, 1 048 576 tavua (2 potenssiin 20). Katso kB, kt ja Mt.

MCA (Micro Channel Architecture)

Mikrokanava-arkkitehtuuri. IBM:n PS/2 Model 50-95 sarjan mikroissa käytetty väylämäärittely. Nykyään monet muutkin yritykset tukevat MCA:a esimerkkinä Olivetti ja Apricot. Väylän nopeus on 20 Mb/s (maks. 40 Mb/s). Katso EISA ja ISA.

MFM (Modified Frequency Modulation)

Menetelmä tiedon koodaamiseksi levylle.

Microsoft

DOS-käyttöjärjestelmän kehittäjä ja nykyisin maailman suurin ohjelmistotalo. Microsoftin pääomistajana ja toimitusjohtajana toimii William "Bill" H. Gates III. Hän perusti Microsoftin yhdessa Paul Allenin kanssa vuonna 1978.

MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

Standardi musiikki-instrumenttien tietojen tallentamiseen ja käyttämiseen.

MINDS (MS-DOS Internal Network Driver Scheme)

Amerikkalaisen lähiverkkotuotteita valmistavan 3Comin 3+Share verkko-ohjelmiston protokolla-ajurien ryhmä.

MIPS

Miljoonaa käskyä sekunnissa eli käytetään tietokoneen nopeuden määrittämiseen. Tämä on epätarkka tapa, koska käskyä, jolla mittaus tapahtuu, ei ole määritelty.

Motherboard

Tietokoneen emolevy, jossa muun muassa prosessori ja muistit sijaitsevat.

MR (Magneto Resistive)

Tehokas lukupääratkaisu suurikapasiteettisiin kiintolevyihin.

MS-DOS (Microsoft Disk Operating System)

Microsoftin Intel-suoritinpohjaisille mikrotietokoneille kehittämä käyttöjärjestelmä. MS-DOS on yleisin mikrotietokoneiden käyttöjärjestelmistä. Käyttöjärjestelmästä on tehty useita versioita ja josta uusin versio on 6.22. Rakenteeltaan lähes identtinen IBM:n käyttämän PC-DOS käyttöjärjestelmän kanssa.

MS-NET (Microsoft Network)

Microsoftin valmistama mikrotietokoneiden verkkokäyttöjärjestelmä, jota on lisensoitu useille muille valmistajille. Näitä lisenssejä ovat mm. IBM:n PC-LAN, HP:n Office Share, Digitalin PCSA ja Ungermann-Bassin Net-One. MS-NET on myöhemmin korvattu Microsoftin LAN Manager-pohjaisilla tuotteilla.

Mt (megatavu)

1024 kilotavua, 1 048 576 tavua. Katso kB, kt ja MB.

NABIOS SRV (Network Adaptor BIOS Server)

Amerikkalaisen Eiconin kehittämä mikrotietokoneille tarkoitettu X.25 -tietoliikennekortin ohjausohjelma, jolla X.25-resurssi jaetaan PC-verkon työasemille. Katso BIOS, NetBIOS ja X.25.

NBP (NetBIOS Protocol)

LAN Manager-mikroverkoissa käytetty, 3Com:in kehittämä tietoliikennekäytäntö.

NCB (Network Control Block)

Mikroverkoissa NetBIOSia käyttävän ohjelman mikrotietokoneen muistiin sijoittama taulukko, joka sisältää toimintaohjeet NetBIOSille. Katso NetBIOS.

NCP (Netware Core Protocol)

Novell Netware-verkoissa käytetty protokolla, joka siirtää tiedostonkäsittelykomennot ja muut verkon toiminnot työaseman ja palvelimen välillä. Vastaa eräiden muiden mikroverkkojen SMB-(server message block) protokollaa. Katso IPX, SMB ja SPX.

NDIS (Network Device Interface Specification)

Microsoftin alunperin OS/2 LAN Manager -verkkokäyttöjärjestelmään tekemä määritys, miten protokollat mikroverkon työasemassa tai palvelimessa liittyvät laitteen muistissa toisiinsa ja verkkokorttiin. NDISin avulla eri valmistajien tekemät protokollaohjelmistot voivat liittyä mihin tahansa NDIS-tuen omaavaan verkkokorttiin. NDIS sallii enintään neljä yhtäaikaista protkollaa samallakortilla. NDIS on saatavissa sekä OS/2- että MS/PC-DOS-työasemille. Katso ODI ja OS/2.

NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface)

Microsoftin LAN Manager verkkokäyttöjärjestelmän ohjelmointirajapinta. Katso NetBIOS.

NetBIOS (Network Basic Input/Output System)

Alunperin IBM:n käyttämä rajapinta Sytekin valmistamalle verkkokortille, joita IBM käytti ensimmäisissä verkotettavissa PC-koneissa. Nykyisin mikroverkossa ohjelmarajapintamäärittely, joka mahdollis-

taa mikroverkkoa hyväkseen käyttävän ohjelman ottaa yhteys ja siirtää tietoa toisille verkon asemille. Ohjelma antaa NetBIOSissa määritellyllä tavalla toimintaohjeet verkkoohjelmistolle tarvitsematta tietää verkon rakenteesta tai siinä käytetyistä protokollista.

NFP (NetWare File Protocol)

Verkkokäyttöjärjestelmiä valmistavan Novellin tiedostokäytäntö, joka käyttöjärjestelmän sanomankäsittelijän (NCP) osajoukko. Tämän alapuolella toimivat SPX- ja IPX-verkkoprotokollat. Käytetään myös lyhennettä NFSP. Katso IPX, NCP, NFSP ja SPX.

NFSP (NetWare File Service Protocol)

Verkkokäyttöjärjestelmiä valmistavan Novellin tiedostokäytäntö, joka käyttöjärjestelmän sanomankäsittelijän (NCP) osajoukko. Tämän alapuolella toimivat SPX- ja IPX-verkkoprotokollat. Käytetään myös lyhennettä NFP. Katso IPX, NCP, NFP ja SPX.

NIC (Network Interface Card)

Verkkoliitäntäkortti. Tavallisesti mikrotietokoneissa käytetty liitäntäkortti, jonka avulla kone liitetään lähiverkkoon (LAN). Katso LAN.

NIU (Network Interface Unit)

Lähiverkoissa verkon liitäntäyksikkö, jolla päätelaite liitetään verkkoon. Erityisesti Ungermann-Bass:n Net/One-tuotteesta käytetty nimitys.

NLM (NetWare Loadable Module)

Novell-lähiverkko-ohjelmistossa (NetWare 386/ver.3.0 alkaen) oleva mahdollisuus, joka antaa kolmannen osapuolen kehittäjälle mahdollisuuden rakentaa ladattavia palvelinsovelluksia.

NOS (Network Operating System)

Mikrotietokoneympäristössä verkkokäyttöjärjestelmä. Ohjelma, jonka avulla verkonhallinta tehdään ja samalla ohjelma tarjoaa erilaisia palveluita verkon käyttäjille. Muistuttaa toiminnaltaan "tavallista" käyttöjärjestelmää.

ns (nanosecond)

Nanosekunti 0,000000001 sekuntia.

NT (New Technology)

Microsoftin vuonna 1993 julkistma Windows-käyttöliittymää muistuttava kehittynyt erityisesti verkkokäyttöön tarkoitettu 32-bittinen käyttöjärjestelmä.

NTFS (New Technology File System)
Amerikkalaisen Microsoftin vuonna 1993 julkistama Windows NT-käyttöjärjestelmän käyttämä tiedostojärjestelmä. Katso FAT ja HPSF.

NUI (Network User Identification)
Käyttäjätunnus tietoverkossa. Käyttäjätunnus annetaan tavallisesti järjestelmään sisäänkirjoituksen yhteydessä.

OCR (Optical Character Recognition)
Menetelmä, jolla kuvasta luettava teksti saadaan käännettyä tekstimuotoon yksittäisiksi kirjaimiksi.

ODI (Open Data-link Interface)
Novell NetWare-verkko-ohjelmistossa versiossa 3.x oleva rajapinta, jonka avulla palvelimen tai työaseman protokollaohjelmisto voidaan liittää lähiverkkokorttiin. ODI sovittaa useita protokollia yhtäaikaisesti samalla lähiverkkokortille. Vastaa toiminnoiltaan Microsoftin NDIS-määrittelyä. Katso NDIS.

OLE (Object Linking and Embedding)
Ohjelmien väliset käynnistyslinkit. MS-Windowsissa DDE:n päälle rakennettu korkeamman tason tiedonsiirtomahdollisuus. Sovellukseen, esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmalla tehtyyn dokumenttiin voidaan sijoittaa jollain toisella ohjelmalla tuotettu objekti esimerkiksi taulukkolaskennasta laskentataulukko. Tähän objektiin on liitetty myös objektin muokkaamiseen liittyvät tiedot. Objektia hiirellä osoitettaessa käynnistää Windows objektin luoneen sovelluksen ja lataa alkuperäisen objektin sovelluksen käyttöön. Katso DDE.

OMI (Open Messaging Interface)
Lotus Corporationin kehittämä yleisliityntätapa eri postijärjestelmiin. OMIa tukee mm. Apple Computer ja IBM. Katso API, MAPI ja XAPI.

OPT (Open Protocol Technology)
Novellin lähiverkko-ohjelmiston periaate, joka pyrkii työasemassa olevista käyttöjärjestelmistä riippumattomaan verkkokäytäntöön.

Optical DIsk
Levy, jonka tiedot luetaan (tai tallennetaan) valon avulla. (Ei siis sähkömagneettisesti, kuten kiintolevyissä)

OS (Operating System)

Käyttöjärjestelmä. Ohjelma, joka huolehtii, että tietokoneen laitteet kuten levyasemat, muisti, näyttö ja ohjelmat toimivat keskenään määritellyllä tavalla. Käyttöjärjestelmä on siis laitteiston ja ohjelmiston välissä liitäntäpintana. Tunnettuja käyttöjärjestelmiä ovat mm. PC/MS-DOS, MVS, unix, VMS ja OS/2.

OS/2 (Operating System/2)

Alunperin Microsoftin ja IBM:n kehittämä käyttöjärjestelmä Intelin suorittimeen pohjautuville mikrotietokoneille. Luonteeltaan OS/2 on yhden käyttäjän moniajoympäristö. OS/2:ssa ei ole 640 kilotavun rajoitusta MS-DOS:in tapaan, mutta se mahdollistaa DOS- ja Windows-ohjelmien ajamisen. OS/2 tukee kaikkia SAA-arkkitehtuurin mukaisia ohjelmointikieliä. Tällä hetkellä tuote on kokonaan IBM:n hallinnassa ja se tulee tukemaan myös IBM:n omaa PowerPC-(RISC-)suoritinta. Katso MS-DOS ja SAA.

OSI (Open System Interconnection Architecture)

OSI on standardi siitä, miten järjestelmät ovat avoimesti toisiinsa liitettävissä. OSI-mallissa tietoliikenneohjelmistot on jaettu osiin, joita kutsutaan kerroksiksi. Periaatteena on, että kerroksen tehtävät on määritelty, mutta toteutustapa on jätetty avoimeksi. Jokaisella kerroksella on määritelty rajapintansa, jonka kautta se kommunikoi ylempien ja alempien kerrosten kanssa. Rajapinnan kautta kerrokset vaihtavat keskenään pyyntöjä, ilmoituksia, hyväksymisiä ja vahvistuksia ns. primitiivien avulla. Kerros voi vastaanottaa ylhäältä käskyn muodostaa yhteys, jolloin se voi käskeä alempaa kerrosta muodostamaan yhteyden, jonka jälkeen annetaan ylös vahvistus yhteyden muodostumisesta. Kerros kommunikoi tietoliikenneyhteyden yli mahdollisesti toisessa laitteessa sijaitsevan vastinolion kanssa. Vastinolio on toisessa koneessa toimiva samalla kerroksella oleva ohjelma. Kerroksen ja sen alla olevien kerrosten toimintoja sanotaan palveluksi.

Parallel

Menetelmä, jolla tietoalkioita siirretään rinnakkain. Tietty määrä tietoalkioita siirtyy yhtä aikaa.

Pascal

Korkean tason lausekieli, yleinen opetuskäytössä. Tunnetuin kääntäjä on Borlandin kehittämä Turbo Pascal.

PC (Personal Computer)

Henkilökohtainen tietokone. Käytetään usein myös merkityksessä, joka tarkoittaa Intel 8088-suoritinpohjaista mikrotietokonetta. Nykyisin lyhenteellä tarkoitetaan yleensä PC/MS-DOS-käyttöjärjestelmäpohjaisia mikrotietokoneita. Katso MS-DOS.

PC-DOS (Personal Computer Disk Operating System)
Microsoftin IBM:n Intel-mikrosuoritinpohjaisille mikrotietokoneille valmistama käyttöjärjestelmä. Käyttöjärjestelmästä on tehty useita versioita ja uusin on 6.3. Rakenteeltaan lähes identtinen MS-DOS käyttöjärjestelmän kanssa. Katso MS-DOS.

PCDOSRPL (Personal Computer DOS Remote Program Load)
OS/2-tietoliikenteessä palvelu, jonka avulla DOS-työasema voi käynnistyä levykkeettömänä (diskless workstation). Katso DOS ja OS/2.

PCI (Peripheral Component Interconnect)
Vuonna 1993 julkaistu 150 laitevalmistajan tukema mikrotietokoneiden paikallisväylämääritys, joka on VESAn paikallisväylää (VLB) kehittyneempi. Se tukee 33 MHz ulkoista väylänopeutta ja 5 sekä 3,3 voltin jännitteitä. Siirtonopeus on yli 130 megatavua sekunnissa. Katso ISA, EISA, VLB ja MCA.

PC-LAN (Personal Computer Local Area Network)
IBM:n kehittämä MS-DOS- ja MS-NET-pohjaisen mikroverkon verkkokäyttöjärjestelmä. Katso MS-DOS ja MS-NET.

PCLP13 (Personal Computer LAN Program 1.3)
OS/2-tietoliikenteessä palvelutoiminto, jolla DOS-työasema voi hyödyntää OS/2-palvelukonetta. Katso DOS, LAN ja OS/2.

PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)
Kansainvälinen vuonna 1989 perustettu järjestö, jonka tarkoituksena on mikrotietokoneiden (PC) muistikorttien ja muistipiirien valmistukseen liittyvien suosituksien tekeminen siten, että ne toimisivat mahdollisimman hyvin eri valmistajien tekemissä laitteissa ja ohjelmissa.

PERUSMUISTI
Conventional memory. Muistialue 0 - 640 kilotavua.

PIF (Program Information File)
Windowsin alla toimivien DOS-ohjelmien kuvaustiedosto, jota kautta ohjelmien käynnistys voidaan tehdä hallitummin.

Pingviini (Penguin)
Lähinnä Etelänapamantereella (Antarktis) elävä kaksijalkainen hyvin hauskalta vaikuttava eläin. Lähimmät (elävät) pingviinit löytyvät Tukholman lähistöltä.

PIO (Programmed I/O Mode)
PIO-moodeja on viisi erilaista, jotka määrittävät maksimitiedonsiirtonopeudet levyasemasta muistiin.

PM (Presentation Manager)
IBM:n SAA-arkkitehtuurin mukainen käyttöliittymä. Katso SAA.

POST (Power-On-Self-Test)
ROM-BIOS:ssa sijaitseva testiohjelma, joka mikron (Intel-suoritinpohjainen sekä MS/PC-DOS-käyttöjärjestelmä) käynnistyksen yhteydessä tarkastaa komponenttien toimivuuden. Katso BIOS, MS-DOS ja ROM.

PostScript
Sivunkuvauskieli kirjoittimille. Tietokoneella oleva tieto käännetään PostScript-muotoon, jonka PostScript-kirjoitin osaa tulostaa paperille.

PPN (Peer-to-Peer Networking)
Vertaisverkko eli verkko jossa työasemat toimivat myös palvelimina

Protected Mode
Katso suojattu tila.

Protokolla (Protocol)
Tietynlainen sääntökokoelma, jonka avulla useampi laite pystyy kommunikoimaan keskenään.

PS/2 (Personal System/2)
IBM:n rekisteröimä tavaramerkki lähinnä mikrokanava-arkkitehtuuriin (MCA) perustuvalle mikrotietokoneelle. PS/2-mikrotietokoneet tulivat markkinoille vuonna 1987.

QEMM (Quarterdeck Expanded Memory Manager)
Eräs suosituimmista kaupallisista muistinhallintaohjelmista.

RAM (Random Access Memory)
Tarkoittaa tietokoneessa sellaista muistia, johon voidaan lukea että kirjoittaa. Tiedot pysyvät muistissa kunnes virta katkaistaan.

RFI (Radio Frequency Interference)
Radiotaajuushäiriö.

ROM (Read Only Memory)
Muistityyppi johon tiedot tallennetaan (maskiohjelmointi) pysyvästi piirin valmistuksen yhteydessä. ROM-muistia voidaan ainoastaan lukea, mutta sille ei voida kirjoittaa tietoa. Tavallisimmat sovellukset ovat pesukoneista, mikroaaltouuneista ja muista massatuotteista.

ROM-BIOS
Mikrotietokoneessa oleva ROM-muisti, jossa on käynnistykseen tarvittavat perustiedot.

RS-232-C (Recommended Standard 232-C)

Standardiliitäntä sarjamuotoisen tiedon välitykseen esim. modeemien ja päätteiden välille. Standardin kehitti alunperin EIA vuonna 1969 yhdessä Bellin laboratorion ja laite valmistajien kanssa. Se on olennaisilta osin yhtäpitävä ITU-T:n (ent. CCITT) ja ISO:n standardien kanssa (V.24 piirimäärittely, V.28 sähköiset tasot ja ISO 2110 liitin).

SAA (System Application Architecture)

IBM:n kehittämä sovellusarkkitehtuuri, jolla pyritään mahdollistamaan samanlaisten sovellusten kehittäminen eri tyyppisille IBM-tietokoneille. Tavoitteena on myös hajautettujen sovellusten rakentaminen verkoissa oleville tietokoneille. SAA määrittelee käyttöliittymän (Presentation Manager), tietoliikenteen (LU 6.2 ja APPC) ja tietokantatoiminnot (SQL/DB2). Katso APPC, LU 6.2 ja SQL.

SCSI (Small Computer System Interface)

Mikrotietokoneissa käytetty laiteriippumaton oheislaitteiden liitäntästandardi (ANSI X3.131-1986) ulkoista kiintolevyasemaa, CD-ROM-asemaa, nauhuria tai optisia levyasemia varten. Se on kehitetty Shugart Associatesin 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa valmistetusta SASI (Shugart Associates System Interface)-standardista. SCSI on rinnakkaisväylä, johon voi olla liitettynä 8 laitetta eli mikrotietokone ja 7 oheislaitetta. Tiedon siirtonopeus on noin 4-5 MB/s eli 32 Mb/s (SCSI 2:ssa 16-20 Mb/s). Standardi määrittelee ainoastaan levyohjaimen ja levyn välisen jonotuksen sekä ohjauksen. SCSI:n merkitys on jatkuvasti kasvamassa.

SIMM (Single In-Line Memory Module)

Tietokonetekniikassa muistipiireistä koottu moduuli, joka voidaan helposti kiinnittää tietokoneeseen ilman työkaluja. SIMM on joko 8-, 9-, 32- tai 36-bittinen. Katso DIMM, RAM.

SIPP (Single In-Line Pin Package)

Hieman edellistä muistuttava muistikampa, jossa kiinnityskanta on erilainen.

Sivukehys

Page frame. EMS-muisti näkee yli 1024-kilotavun alueella sijaitsevan muistialueen 640-1024 kilotavun alueelle sijoitettavan sivukehyksen kautta.

SMARTDRV

Windowsin ja DOSin käyttämä kiintolevyn välimuistiohjelma.

SMB (Server Message Block)

MS-NET ja LAN Manager-pohjaisissa mikroverkoissa protokolla, jolla siirretään tiedostonkäsittelypyynnöt ja -vastet työaseman ja palvelimen välillä. Katso MS-NET.

SMP (Server Message Protocol)

Novell NetWare-ohjelmiston tiedostoprotokolla. Katso IPX ja SPX.

SMNP (Simple Network Management Protocol)

TCP/IP:hen pohjautuva verkonhallintalinjakäytäntö, nykyisin varsin laajassa käytössä.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

TCP/IP:hen pohjautuva sähköpostilinjakäytäntö.

SNA (Systems Network Architecture)

IBM:n vuonna 1974 julkaisema hajautetun tietojenkäsittelyverkon yhtenäinen määritys. SNA määrittää verkon osien väliset vuorovaikutukset. SNA-verkon toimintatapa on keskitetty, sillä verkossa on vertikaalisia hierarkiatasoja. SNA-verkko on OSI-mallin tapaan kerrosrakenteinen, mutta se ei ole OSI-mallin mukainen. Keskeisin SNA-ohjelmisto on VTAM.

Software

Tietokoneessa käytettävä ohjelma.

SPX (Sequenced Packet Exchange Protocol)

Novell NetWaren SPP:stä kehitetty kuljetusprotokolla. Katso IPX ja NCP.

SQL (Structured Query Language)

Relaatiotietokantojen käsittelyssä käytetty Mr. Coddin kehittämä kyselykieli. Tietokannoista voidaan SQL:llä tehdä kyselyitä. SQL:ää käyttämällä voidaan määritellä, muuttaa ja poistaa kokonaisia tietokantatiedostoja. Sillä voidaan myös luoda uusia tietueita ja käsitellä olemassa olevia tietueita sekä määritellä suojaus datan tietyille osille. Kieli on pitkälle ANSI:n ja ISO:n standardoima. Lähivuosina SQL on merkittävä hajautettujen tietokantojen toteutuksessa.

SRAM (Static RAM)

Staattinen RAM-muisti. Ei vaadi virkistystä kuten DRAM eli on nopeampaa mutta kalliimpaa. Käytetään yleensä välimuisteissa. Hakuaika 15-30 nanosekuntia.

Stealth

QEMM 386 -ohjelman käyttämä tapa vapauttaa ROM-muistien varaama tila ylämuistiksi. Myös Diamondin erään näytönohjaimen nimi.

STP (Shielded Twisted Pair)

Suojattu parikaapeli

Suojattu tila

Protected mode. Intelin 80286/386/486/Pentium/Pentium Pro -suorittimet voivat siirtyä suojattuun tilaa. Tällöin ne kykenevät näkemään ja käsittelemään muistia ja muistinhallintaa tehokkaammin kuin normaalissa ns. 8086-tilassa.

T (tera)

Tietotekniikassa 1024 gigatavua.

TB (terabyte)

Teratavu. Tietokonetekniikassa 2 potenssiin 40 tavua eli 1 048 576 megatavua. Katso kB ja MB.

TCP (Transmission Control Protocol)

Yleisesti lähi- ja laajaverkoissa käytetty tiedonsiirron linjakuri, joka ei ole ISO/OSI-mallin mukainen, mutta sijoittuu kuitenkin suunnilleen sen 4.kerrokselle; on alunperin Yhdysvaltain puolustusministeriön DoD:n kehittämä.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Laajalti lähi- ja laajaverkoissa käytetty tiedonsiirron linjakuri, joka ei ole ISO/OSI-mallin mukainen, sijoittuu kuitenkin suunnilleen sen 3. ja 4.kerrokselle; alunperin Yhdysvaltain puolustusministeriön DoD:n kehittämä. Käytössä mm. Internet- ja Unix-verkoissa.

Terminator

Päätevastus, jota käytetään estämään signaalien takaisinheijastukset.

Tiivistäminen

Compress. Tiivistämisellä (kompressointi) tarkoitetaan apumuistilla olevien useammassa palassa olevien pirstoutuneiden tiedostojen yhdistämistä yhtenäiseksi alueeksi.

TP (Twisted Pair)

Kierretty parikaapeli

TPA (transient program area)

RAM-muistin alue, joka varataan ohjelman käyttöön ohjelman käytön ajaksi sanotaan TPA:ksi.

TSR (Terminate and Stay Resident)

Useimmiten käytössä olevan sovelluksen taustalla toimiva muistinvarainen ohjelma. Mikroympäristössä tällaisia ovat esimerkiksi eräät DOSin apuohjelmat (DOSKEY, KEYB, SHARE) sekä mm. PC-Tools- tai Sidekick-ohjelma.

UACC (Universal Access Authority)

Palvelimen resurssin käyttöoikeudet voidaan määritellä sitomatta niitä käyttäjään tai käyttäjäryhmään. OS/2-tietoliikenteeseen liittyvä käsite.

UBI (Ungermann-Bass Inc.)

Ralph Ungermannin ja Charlie Bassin 1970-luvun lopulla perustama yritys, joka on keskittynyt lähiverkko- tuotteisiin. Yritys on alallaan maailman johtavia lähiverkkotuotteiden toimittaja. Katso LAN.

UMA

Menetelmä, jolla mikron keskusmuistia voidaan käyttää näytönohjaimen muistina.

UMB (Upper Memory Block)

Ylämuisti(lohko). Muistialueella 640-1024 sijaitseva vapaa RAM-muistin alue. 386/486/Pentium-koneissa voidaan ladata ohjaimia ja taustaohjelmia UMB-muistin. Katso HMA, EMS, LIM, MS-DOS ja XMA.

UNC (Universal Naming Convention)

Lähiverkon resurssien nimeämiskäytäntö.

UNIX

Monen käyttäjän moniajokäyttöjärjestelmä, saatavissa monenlaisille laitteistoille PC:stä supertietokoneille; yleinen verkkopalvelimissa sekä työasemissa

UPS (Uninterruptible Power Supply)

Nimitys laitteesta, jossa verkkojännite tasasuunnataan ja varataan akkuihin, joista sähkö vaihtosuunnataan ja syötetään kuormaan. Näin kuorman puolella sähkö on täysin katkotonta. Lisäksi muut verkkojännitteen häiriöt suodattuvat pois.

USB (Universal Serial Bus)

Uusi nopea liitäntätapa, joka tulee korvaamaan sarja- ja rinnakkaisliitännät.

VAP (Value Added Process)

Novell-lähiverkko-ohjelmistossa (NetWare Versiot 2.X) oleva mahdollisuus, joka antaa kolmannen osapuolen kehittäjälle mahdollisuuden rakentaa ladattavia palvelinsovelluksia.

VCPI (Virtual Control Program Interface)
Eräs jatketun muistin hallintatapa.

VDS (Virtual DMA Service)
Mahdollistaa väylänhaltijakorteilla (bus mastering) muistin osoittamisen 386/486/Pentium-suorittimilla niiden 8086-virtuaalitilassa turvallisesti.

VGA (Video Graphics Array)
80-luvun lopussa stanrdiksi muodostunut näytön ohjausstandardiksi. VGA-näytöllä voi esittää 16 tai 256 eri väriä samanaikaisesti 640*480 tai 320*200 tarkkuudella.

VINES (Virtual Network System)
Amerikkaisen lähiverkkotuotteita valmistavan Banyan mikroverkkojen verkkokäyttöjärjestelmä.

Virtuaalimuisti
Virtual memory. Kiintolevylle sijoitettava ohjelman käyttämä muisti, joka toimii RAM-muistin jatkeena. Oleellisesti hitaampaa kuin normaali RAM-muisti. Windows- ja muut kehittyneet käyttöjärjestelmät käyttävät virtuaalimuistia.

Virtuaalitila
Virtual mode. Virtuaalitilalla tarkoitetaan yleensä 8086-suorittimen toimintatilaa jota 386/486/Pentium-suoritttimet pystyvät moniajossa jäljittelemään.

Virtuaalitodellisuus
Virtual reality. Ensi vuosituhannella käyttöön otettava ajasta ja paikasta riippumaton kehittynyt käyttöliittymä ja järjestelmä. Alkeisversioissa käyttö tapahtuu datapukujen-, päähineiden ja hanskojen avulla.

VLB (VESA Local Bus, VL Bus)
VESA:n vuonna 1992 määrittelemä paikallisväylä mikrotietokoneille.

VMM (Virtual Memory Manager)
Windows 3.x virtuaalimuistin hallintaohjelma.

VRAM (VideoRAM)
Käytössä lähinnä nopeimmissa näytönohjaimissa videomuistina.

VxD (Virtual Device Driver)
Windowsin käyttämä menetelmä siirtää laiteohjaimia jatkettuun muistiin perusmuistin sijasta.

Välimuisti (Cache Memory)

Joko RAM-muistin ja prosessorin välillä, prosessorissa tai levyaseman ja RAM-muistin välissä sijaitseva ohjelma tai muistipiiri, jolla nopeutetaan tiedon hakua. Tieto voidaan hakea välimuistista useita kertoja nopeammin kuin alkuperäisestä sijaintipaikasta.

WAIS (Wide Area Information Server)

Yksi Internetissä käytössä oleva tiedon etsintämenetelmä.

WAN (Wide Area Network)

Tietoliikenneverkko, jolle on tyypillistä maantieteellinen ulottuvuus paikkakunnalta toiselle tai maan rajojen ulkopuolelle aina maanosien väliseksi verkoksi.

Windows

Microsoftin tuotemerkki heidän kehittämää graafista käyttöliittymää varten. Uusin versio on Windows 95.

WIMP (Windows Icon Mouse Pull-down menus)

Graafisen käyttöliittymän peruselementtejä eli ikkunointi, kuvakkeet, hiiri sekä alasvtovalikot.

WPMA (Windows & Presentation Manager Association)

Amerikkalainen Windows- ja OS/2 WARP -käyttäjien järjestö.

WRAM (Window RAM)

Käytössä nopeimmissa näytönohjaimissa videomuistina.

WYSIWYG (What You See Is What You Get)

Graafisen käyttöliittymän tiedon esitystapa eli se mitä näytöllä nähdään, tulostuu sellaisenaan myös paperille.

WWW (World-Wide Web)

Hypertekstipohjainen Internetin käyttöliittymä. Yleistyy erittäin nopeasti ja tekee Internetistä helppokäyttöisen.

XMS (Extended Memory Standard (Specification))

Microsoftin määrittelemä käytäntö, jossa sovellusohjelmien käyttöön MS-DOS käyttöjärjestelmäpohjaisissa mikroissa saadaan 1024 kt:n yläpuolinen muistialueita.

XMM (Extended Memory Manager)

XMS:n laiteohjain muistinhallintaan, jota käytetään mikrotietokoneissa.

Ylämuisti

Katso UMB.

Ylämuistialue

Katso HMA.

ZIP

PKZIP on tunnetuin pakkausohjelma, jolla tiedostot saadaan pakattua hyvin pieneen tilaan. PKUNZIP-ohjelmalla suoritetaan takaisinpurku.

HAKEMISTO

HAKEMISTO

16450 558
16650 . . . . . 557, 560
16750 560
2.4.1987 276
2D-näytönohjain 494
3D-näytönohjain 494, 510
3DRAM 243
80186 142
80286 142
80287 189
80386 143
80386SL 145
80386SX 143
80387 190
80486DX 146
80486DX2 149
80486SL 148
80486SX 147
80486SX2 148
80487SX 191
80586 150
8086 141
8087 189
8088 141
8088 930
8250 557
8259A 767
82C206 766
8514 523
8514/A 514

A

a/b-sovitin 634
A/V 372
ADA 612
Adaptec 324
Adobe Systems 692
ADPCM 445
Agate 950
AGP 139
Akku 726
Akkurekisteri 932
Aktiivimatriisinäyttö 539
Aktiivivärinäyttö 726
Alfredo 951
Alpha 182
ALU 940
Alumiinikerros 430
AMD 172, 697
Analoginen liitäntä 499
AND 915
ANSI-ohjauskoodit 960
APM 869
Apollo 950
Apple PhotoGrade 699
AppleTalk 690
Apumuistit 343, 964
  Bernoulli 410
  Floptical 364
  Kiintolevy 365
  Levykeasemat 344
  SyQuest 409
  Vaihdettavat kiintolevyt . . . 409
Aritmeettis-looginen yksikkö . . 940
ARLL 402
ASCII-merkkitaulukko 959
Asennukset 785
  CD-ROM-asema 828
  Emolevy 807
  Faksimodeemi 830
  Kiintolevy 817
  Kirjoitin 845
  Levykeasema 814
  Lisäkortti 786
  Modeemi 830
  Muisti 826
  Näyttö 810
  Näytönohjain 810
  Ongelmia 793
  Plug and Play 790
  Prosessori 802
  Verkkokortti 847
  Välimuisti 826
Askelmoottori 370

Askeltaso 140
ASPI 324
Asynchronous 238
Asynkroninen liityntä 547
AT 58
AT Cycle Wait State 85
AT-emolevy 60
AT-väylä 272
ATA 390
ATA-2 390
ATA-kaapelointi 391
ATAPI 391
ATID 56
Atlantis 950
ATM 719
Atto 949
ATX-emolevy 58
Audiokaapeli 428
AUI 736
Aurora 950
AUTOEXEC.BAT 114, 946
AutoPlay 418
AX 932
Azimuth 371

B

Baby AT 58
Bad or missing command interpreter 25
Bad sector 25, 405
Batman 951
Baudi 555
Baudi 629
BEDO-RAM 241
Bernoulli 410
BiCMOS 898
Binääri 119
BIOS 69, 251, 394, 499
BIOS-ROM 68
BIU 939
Block Device 783
BNC 526, 734
Boottilevyke 946
BPI 355, 633
Bridge-Disc 445
Bugi 183
Burst Cycle Timing 243
Bus 50

Bus Mastering 287
Bus Mastering IDE 398
BX 932

C
Cache 826
Caddy 419
CAM 324
CAPSL 718
CAV 424
CCD 639
CCFL 538
CD-DA 442
CD-E 448
CD-i 444
CD-levy 428
Kestävyys 438
Pakkaukset 439
Sektorit 434
Virheet 437
CD-MO 446
CD-Plus 451
CD-R 422
CD-ROM 421
CD-ROM-asema 417, 828
Kaapelit 427
CD-ROM-XA 435
CD-standardit 440
CD-WO 446
CDFS 829
CDRAM 241
CELP 259
Centronics 566
CGA 512
Chips & Technologies 178
Chipset 107
CHS 394
CID 630
CIE 720
Cinepak 651
CIRC 437
Class A 867
Class B 867
Cluster 454
CLV 423
CMOS 26, 898
CMY-värijärjestelmä 673
CMYK 720

COAST 259
Cold Boot 111
CONFIG.SYS 946
Control Register 938
CPU 118
CROM-fontti 719
CS 932
CTS Clear To Send 552
Cumberland 950
CX 932
CYRIX 166
Cyrix M1 168
Cyrix M2 170

D

DAA 662
DAC 422
DACK 771
DAT 483
Data Bus 268
Data Register 938
Datarekisteri 938
DB-25P-liitin 549
DDS 484
Default Handlers 782
Deka 949
Desi 949
Diagnostiikkalevyke 276
Differentiaalinen varmistus . . . 486
Digitaalikamera 644
Digitaalinen liitäntä 499
DIMM 54, 229
Diodi 902
DIP 129
DIP-kytkimet 751
Direct-Mapped Cache 262
Direct3D 508
DirectX 508
Disk Manager 394
Display PostScript 719
Dither 671
DLT 484
DMA 112, 395, 770
DOS 33
Double Density 347
Double Sided 346
DoubleBuffer 323
DPI 642

DPMI 210
DPMS 871
DRAM 218
Drop on Demand 678
DSR Data Set Ready 552
DTA 485
DTR Data Terminal Ready . . . 553
DTR/DSR 562
DVD 429
DX 932
DX2 163
DX4 123
Dynamiikka 618

E

ECC 230, 437
ECHS 394
ECL 920
ECP 566
EDC 437
EDIT 947
EDO 240
EDRAM 241
EEMS 207
EEPROM 250
EFM 422
EGA 513
EIDE 390
EISA 787
EISA-väylä 283
Eksa 949
EMM 207
Emolevy 47, 807
  BIOS-ROM 68
  CMOS 73
  Kiinnitys 66
  Nopeus 101
  Oheispiirit 107
  Prosessori 49
  Pääosat 51
  SetUp 78
  Tyypit 58
EMS 206
Emuloinnit 700
Endeavor 951
Energy Star 871
Enhanced Expanded Memory Standard 207
Enhanced IDE 390
EOF 995
EPA 871
EPP 566
EPROM 250
EPS 719
EPSF 720
EPSI 719
Eriste 900
ESCD 69
ESD 865
ESDI 388
Estämätön keskeytys 769
Ethernet 732
ETX/ACK 562
EU 939
Euro-ISDN 633
Expanded Memory Manager . . 207
Expanded Memory Specification 206
Extra High Density 351
EZ-Drive 394

F

Faksimodeemi 625
Family 140
Fast SCSI 309
Fast-20 309
Fast-ATA 390
Fast-PageMode 239
FAT 452
FCC 867
FDDI 740
FDISK 24, 460, 770
Feature 500
Femto 949
Ferriittipää 369
Ferriittirengas 526
FET 907
FireWire 585
Flag 933
Flag Register 938
Flash ROM 250
Floptical 364
FM 400, 610
Fokusointivirhe 532

Form 1 436
Form 2 436
FPM 239
Frequency Modulation 400
FTA 364
FTP 632
Full-Size AT 58
Fully Associative Cache 262

G

Galliumarsenidi 892
Gas Plasma 540
GDI-kirjoitin 694
General failure error reading Drive C: 24
General MIDI 612
Germanium 892
Giga 949
Grafiikkakiihdytin 493
Grafiikkaprosessori 493
Green Book 444

H

Hakuaika 380
HAL 508
Hallintaprotokollat 210
Hand scanner 636
HDCD 429
Hehto 949
HEL 508
HGC 512
High Density 351
High Sierra 442
Hiiri 599
HIMEM.SYS 205
Hintatasot 887
HMA-muisti 205
Holographic Optical Tracking . 364
HP-GL 971
HPFS 458
Huolto 862
Hybrid CD-ROM 451
Hyper-PageMode 240
Häiriösäteily 866

I

I/O 932
I/O-osoite 777
IBM 176
IBM Token Ring 16/4 856
IBMDOS.COM 114
IBMIO.COM 114
ICM 791
iCOMP 105
ICU 791
IDE 91, 366
IDE CHS 394
IDE-kaapelointi 391
IEEE 1394 585
IET 699
IIT 193
Ilmansuodatin 375
Industry Standard Adapter . . . 272
Infrapunavalo 586
Inkrementaalinen kopio 486
Inkrementaalinen varmistus . . 486
Instruction Pointer 940
Integrated Drive Electronics . . 390
Intel 108
Intel Indeo 651
Intel Triton 109
Interlacing 531
Interleave 383
Interleaved Memory 217
Internet 630, 952
IO.SYS 114
Iomega 411
IP 932
IRC 632
IrDA 586
IRQ 548, 758
ISA 272, 787
ISDN 633
ISO 9660 441
Isäntä 820

J

Jakorasia 580
Jatkettu muisti 209
Jaz 412
Jedec 196
Jewel 439

Johde 900
Joystick 635
Jukebox 420
Jumpperit 751
Juovataajuus 527
Jännite 133
Jännitepiikinsuojauslaite 663
Jännitteen muunnin 133
Jäähdytys 135, 334
Jäähdytyslevy 135

K

Kaapeli 526
Kaapelointi 574
Kaasuplasmanäyttö 540
Kaistanleveys 527
Kaiutin 622
Kannettavat mikrot 723
Kehitysyksikkö 687
Kehote 21
Kellotaajuus 101
Keskeytykset 758
Keskimääräinen hakuaika . . . 381
Keskitin 738
Keskusyksikkö 39
Ketjutus 311
Keyboard error 70
Keyboard Reset Control 85
Kide 103
Kierretty parikaapeli 736
Kiinteätaajuuksinen näyttö . . . 527
Kiintolevy 24, 365, 817
  Ilmansuodatin 375
  Levypinta 367
  Liitännät 385
  Lomituskerroin 383
  Luku/kirjoituspää 368
  Lukumetodi 374
  Nopeus 380, 385
  Osiotaulukko 455
  Pyöritysmoottori 375
  Rakenne 366
  Rinnakkaisporttimalli 413
  Sektori 378
  Sylinteri 378
  Tallennuskapasiteetti 379
  Tehonkulutus 378
  Ura 377
Kiintolevyliitännät 385
Kiintolevyn jakaminen 458
Kiintolevyn koko 393
Kilo 949
Kirjasimet 691
Kirjat 440
Kirjoittimen jakorasiat 580
Kitkaveto 676
Klamath 140
Klooni 29
Kodak PhotoCD 448
Koersitiivisuus 355, 367
Kohdistusmerkintä 372
Kolvi 198
Kondensaattori 910
Konvergenssivirhe 532
Koodaustavat 400
Koodekki 651
Koodinimi 140
Kopiokone 698
Korona 686
Korppu 344
Korttikiintolevy 413
Kosketuslevy 605
Kotelo ja virtalähde 827
Kotelon avaaminen 42
Krakatoa 950
Kulta 220
Kultakerros 432
Kuplamustesuihku 680
Kuvanlukija 636
Kuvaputkinäyttö 522
Kuvataajuus 504
Kuvavirheet 532
Kvartsikide 103
Kylmäkäynnistys 111
Käsikuvanlukija 636
Käskyjono 941
Käskyosoitin 940
Kättely 560
Käynnistys 19
Käynnistyslevyke 946
Käynnistysongelmat 22
Käynnistyssektori 24, 472
Käynnistystietue
  Kiintolevy 469
  Levyke 356

Käyttöjärjestelmä 32

L
L1 253
Laajennettu IDE 390
Laajennettu muisti 206
Laatujälki 674
LADDR 324
Laiteohjain 746, 952
Laitteistokeskeytykset 763
Laitteistoristiriita 778
Landing Zone 403
LARGE 394
Laser-kirjoitin 684
Lasersäde 686
Laservalo 421
Latauskorona 685
Latency 380
LBA 394
LCC 129
LCD 536
LCS-kirjoittimet 694
LECC 437
LED-kirjoittimet 694
Lerppu 344
Level 1 253
Levykasetti 419
Levyke 344
Levykeasema 344
  Kuluminen 348
Levykelkka 418
Levykevirheet 348
Levyn hakemisto 473
Levyn kirjanpito 452
Levypinta 367
LIF 132
Liitännät 545, 683
LIM EMS 210
Linssinpuhdistus 422
Lippurekisteri 933
Liput 940
Lisäkortin asentaminen 786
Lisäkortti 786
Local Bus 287
Logicalnot 993
Lomitettu muisti 217
Lomituskerroin 383
Lomitustekniikka 531
Loogiset Portit 914
Lost allocation unit 476
Lost cluster 476
Low Level Format 404, 819
LPX 58
LS-120 360
Lukko 13
Luku/kirjoituspäät 368
Lukupää 345
Lämpökalibrointi 372
Lämpösiirtokirjoittimet 696
Lämpötila 370, 862

M
Maadoitettu pistorasia 866
Magneetti 864
Magneto Optical 415
Makrot 714
Marl 950
Mask ROM 249
Master 390, 818
Master Boot Record 468
Master Mode Byte Swap 85
Matalasäteilynäyttö 541
Matematiikkaprosessori 186
Matriisikirjoitin 674
MAU 739
MBR 468
MCA 276, 787
MDA 512
MDRAM 242
MediaGX 171
Mega 949
Megahertsi 102
Memory 196
Memory Read Wait State 85
Metal-In-Gap 368
Metallinpaljastaja 864
MFM 400
MGA 512
MHz 102
Micro Channel Architecture . . 276
Microsoft Video 1 651
MIDI 608
MIG 368
Mikro 949

Mikroni 127
Mikropiirin valmistus 893
Mikroprosessori 118
8088:n rakenne 939
Datarekisteri 938
Ohjausrekisteri 938
Rekisterit 931
Tilarekisteri 938
Mikrotietokone 7
Mikrotuki 875, 882
Milli 949
Mirroring 407
MMCD 429
MMX 49, 138
MNP 630
MO 415
Mobile Pentium 153
Mobiuksen silmukka 676
Mode 1 435
Mode 2 435
Modeemi 624
Model 140
Modified Frequency Modulation 400
Moire-ilmiö 674
Moniprosessorijärjestelmä 49
Monitaajuusnäyttö 528
Morrison 950
MOSFET 908
Motorola 68000 182
MPC 30
MPEG 1 446
MPEG 651
MPR II -luokitus 541
MR-lukupää 369
MS-DOS 33
MSCDEX 441
MSD 781
MSDOS.SYS 114
MTBF 406
Muisti 196, 199
Lisääminen 245
Muistirajoitus 200
Nopeus 215
Osoite 212
Muistimoduulin kanta 220
Muistipiiri 213
Multi I/O-kortti 623
Multi-Session 447
Multimedia 30
Mustesuihkukirjoitin 678

N

NAND 916
Nano 949
Nauha-asema 477
Nauhoitusmenetelmät 478
NDIS 746
NEC 178
Nestekidenäyttö 536
Neula 674
Newport 950
NexGen Nx586 180
NMI 769
NMOS 898
No Basic in ROM 25
Non-system disk or disk error . 24
Nopeustestit 806
NOR 916
Normal 394
NOT 914
NTFS 458
NTSC 657
NVRAM 73
Nx586 181
Näppäimistö 592
Näppäimistöliitäntä 52, 595
Näytteenottotaajuus 616
Näyttö 23, 489, 521, 810
Kaapelit 526
Koko 524
Kuvakulman säätö 535
Kuvan muodostuminen . . . 528
Kuvavirheet 532
Lomitustekniikka 531
Pinta 531
Pisteväli 530
Reikämaski 529
Säätimet 533
Taajuudet 527
Toiminta 528
Värisävy 532
Näyttötarkkuus 503
Näytönohjain 490
3D 510
Grafiikkakiihdyttimet 493

Grafiikkatila 503
Kuvataajuus 504
Laajennusliitäntä 500
Muisti 498, 507, 511
Näyttötarkkuus 503
Ohjainstandardit 512
RAMDAC 502
Tekstitila 503
Toiminta 492
Värit 505

O

OCR 638
ODI 746
Odotustila 216
Offset 931
Offsetosoite 931
Oheislaitteet 591
Ohjauspallo 604
Ohjausrekisteri 938
Ohjausväylä 942
Ohut-Ethernet 734
Ohutfilmipää 369
OPTi 108
Optiset tallentavat levyasemat . 414
OR 915
Orange Book 446
Orlando 950
Osiointi 452
Osion aktiivisuus 465
Osion poistaminen 465
Osiotaulukko 455, 825
Osiotaulukon rakenne 468
Osoiteavaruus 930
Osoitelinja 930
Osoiteväylä 123, 941
Osoitteen muodostus 931
OverDrive 147

P

P-CAV 424
P23 140
P23N 140
P23T 140
P24 140
P24C 140
P24D 140
P24T 140
P4 140
P5 140
P54C 140
P55C 140
P6 140
Page Mode 217, 239
Paikallisväylä 56, 287
Pakkaustiheys 127, 920
Paksu-Ethernet 736
PAL 657
Paperiliitin 420
Parikaapeli 737
Pariteetin tarkistus 264
Pariteetti 230
Pariteettibitti 220
Pariteettivirhe 769
Partitiointi 452, 460
Partition Table 455
Passiivimatriisinäyttö 538
Passiivivärinäyttö 726
Passthrough 500
PC Card 660
PC-DOS 33
PC-väylä 270
PCI 293
PCL 6 694
PCL 693, 701
PCMCIA 426, 660, 745
PD 416
PDL 720
Peliohjain 635
Peliohjainliitäntä 587
Pentium 150
Pentium II 159
Pentium OverDrive 164
Pentium Pro 155
Pentium with MMX 154
Personal Computer 11
Perusalustus 404, 819
Perusmuisti 199
Peta 949
PFA-tiedosto 720
PFB-tiedosto 720
PGA 129
PGA 513
PhotoCD 448

PIC 766
Pii 892
Piikiekko 892
Piisubstraatti 892
Piko 949
Pingviini 450
Pinni 1 804
PIO 395
Pipeline burst 258
Pirstoutuminen 405
Pisteväli 530
Pistorasia 866
Plato 951
PLCC 129
PLL 103
Plug and Play 661, 790
PMOS 898
PnP 790
PnP 89
PnP ISA 791
POST 68
Postituslista 632
PostScript 692
Power Good -linja 337
PowerPC 179
PPGA 129
PQFP 130
PRI 633
PRML 375
PROM 249
Prompt 21
Prosessori 125, 802
  Prosessorikanta 130
  Prosessorimalli 140
  Prosessorin asento 804
  Prosessorin koteloinnit . . . 128
  Prosessoriperhe 140
Prosessorivirhe 183
Protokolla 747
Providence 950
PS-tiedosto 721
PS/2-liitäntä 599
Puhdistuslevyke 363
Punainen kirja 721
Puolijohde 900
Purskejaksoajoitus 243
Purskesiirto 424
Puskurointi 230
Pyörimisnopeus 382
Pyörähdysviive 380
Päivitykset 785
Päätelaitenopeus 628
Pöly 348, 863

Q

QIC 479
QuickTime 647

R

Radiotaajuushäiriö 866
RAID 406
RAM 196, 826
Rambus DRAM 243
RAPIDCAD 191
RDRAM 243
Red Book 442
Reikämaski 529
Rekisterit 931
Remote Boot PROM 742
Resoluutio 503, 616
RET 698
Reunan parannustekniikka . . . 698
RFI 866
RGB 499
Rhinestone 950
Rinnakkaisliitäntä 426, 566
Rinnakkaisporttikiintolevy . . . 413
Rinnakkaisprosessointi 153
RISC 179
RJ-45 737
RLE 651
RLL 401
ROM-muisti 249
RS-232C 690
RS-liitin 549
RTS Request To Send 551
RTS/CTS 563
Ruby 950
Rullakuvanlukija 637
Rumpu 687
Rumpukuvanlukija 636
Run Length Limited 401
Räjähdys 330
Röntgensäde 864

S

S-video 656
S.E.C. 160
S0-väylä 634
Sarjaliikennepiiri 557
Sarjaliitäntä 547
  Baudi 555
  IRQ-linjat 548
  Kaapelointi 574
  Kättely 560
  Liittimet 549
  Ongelmat 564
  Piirit 557
  Tiedonsiirron nopeus 555
  Toiminta 553
Sarjaportti 547
SCANDISK 770
SCSI 307, 366, 56
SD 429
SDRAM 241
Seagate 386
SECAM 658
Sector not found 25, 405
Segment 931
Segmenttiosoite 931
Sektori 378
Sentti 949
Servo 372
Servomoottori 370
Set-Associative Cache 262
SetUp 73
SGRAM 242
Shadow ROM 251
Sierra HiColor 506
SIMM 54, 220
SIMM-muunnin 228
Single 818
Single Density 347
Single Inline Memory Module . 221
Single Sided 346
SIP 219
SIPP 236
Sivukehys 206
Sivukuvanlukija 637
Slave 390, 818
Slot 1 132
Small Computer Systems
  Interface 307
SMARTDRIVE 399
SMD 130
SMM 137
SNAPIN 178
SO DIMM 236
Socket 130
Sound Blaster 619
Spigot 651
Spiraaliura 431
SPS 663
SQFP 130
SRAM 238
ST506 386
Staattinen muisti 237
Staattinen sähkövaraus 865
Standard CHS 394
STANDARD CMOS SETUP . . . 81
Standardit 440
Standby 870
Static Column 240
Status Register 938
STD 134
Stepping Level 140
STN 539
Sublimaatiokirjoitin 697
Sulake 332
Suojaerotusmuuntaja 331
Suojamaadoitus 331
Suojapussi 865
Suojattu tila 143
SUPERVGA 515
Suspend 870
Sylinteri 378
Syncburst 258
Synchronous 238
Synkroninen liityntä 548
Synkroninen muisti 238
Synkronoimaton muisti 238
SyQuest 409
Systeemikeskeytykset 758
SYSTEM HALTED 770
Sähköisku 331
Sähköposti 632
Sähköpurkaus 865

T

Taajuusvaste 617
Tag Queuing 308
Tag RAM 255
Tallennustiheys 355
Tampa 950
Tarkkuuden kasvattaminen . . 690
Tasokuvanlukija 638
TCP 130
Tekstintunnistus 638
Telakointiasema 728
Telnet 632
Tera 949
Terminaattori 312
TFT 539
Thor 950
Tiedonlähteet 885
Tiedonsiirtonopeus 382
Tiedostojen tilanvaraustaulukko452
Tietokaapeli 427
Tietolevy 429
Tietoväylä 121
Tietoväylä 267
Tietoväylä 941
TIGA 517
Tiger Eye 950
Tilanvaraustaulukko 452
Tilanvarausyksikkö 454
Tilarekisteri 938
Tina 220
TOC 447
Toistin 735
Token Ring 739
TPI 355
Traktoriveto 676
TRAM 258
Transceiver 742
Transistori 127, 905
Travan 481
Tray 418
Trinitron 530
Triton 110
TSR 200
TTL 499, 919
Tucson 950
Tuuletin 136, 334, 862
TV-kortti 652
TWAIN 642
Type 1 -fontti 721
Täysi kopio 486
Täysi varmistus 486

U

U-väylä 634
UART 557, 628
Ultra DMA 397
Ultra SCSI 309
UMA 139
UMB 201
Underflow 994
Universal PCI 303
Universal Serial Bus 581
Upper Memory Blocks 201
UPS 44, 663
Uralta-uralle-hakuaika 380
URL-osoite 632
USB 581
Uudelleenkäynnistys 111
Uutisryhmä 632

V

Vahasuihkukirjoitin 696
Vaihdettavat kiintolevyt 409
Vaihtokiintolevy 409
Valokuitu 741
Valokuva 448
Varmistusmenetelmät 486
Vastus 910
VCPI 210
Vedosjälki 674
Venus 950
Verkko 731
Verkkokortti 742
  Bittisyys 748
  Laiteohjain 746
  Ohjain 746
  Ohjelmallinen asennus . . . 852
  Protokolla 746
  Tyhmä 749
  Valinta 744
  Verkkotyyppi 744
  Väylä 745
  Älykäs 749
Verkkovirta 868
Very High Density 364

VESA 515
VGA 513
VGA-kaapeli 526
VHD 364
Video CD 446
Video for Windows 647
Video overlay 654
Videokortin liitännät 655
Videokortti 647
Videokuvan koko 648
Viivaleveys 127
Virheilmoitus 19
Virhekoodit 955
Virransäästö 868
Virrantasaaja 663
Virtalähde 329
  Jäähdytys 334
  Liittimet 335
  Liityntä 331
  Ominaisuudet 333
  Toimintaperiaate 341
VL-Bus 287
VLB-väylä 288
VLSI 108
Voicemodeemi 626
VR 134
VRAM 241, 498
VRE 134
VRM 133
Vuonohjaus 560
Välimuisti 253, 826
  Koko 259
  Nopeus 256
  Piiritekniikka 238
  Synkroninen 257
  Synkronoimaton 257
  Toiminta 260
Välimuistimoduuli 259
Väriaine 687
Väriainekasetti 687
Värimatriisikirjoitin 677
Värimäärät 507
Värinauha 676
Värisävy 532
Värit 505
Väylä 121, 267

W

Wait State 216
Warm Boot 111
WaveTable 610
WD1002 323
WDRAM 242
Weitek 192
White Book 445
Wide SCSI 309
Windows 95 . . . 28, 200, 365, 794
Windows NT 182
WORM 414
Write Behind 399
Write Precompensation 403
Write-Back 262
Write-Through 262

X

XA 443
XGA 514
XMS 210
XNOR 917
XON/XOFF 561
XOR 917

Y

Yellow Book 443
Ylikellotus 103
Ylämuisti 201, 966

Z

Zappa 951
ZCLV 424
ZIF 132
Zip 411

Ä

Ääni 612
Ääniaallon digitointi 612
Äänikortin emulointi 619
Äänikortin liitännät 621
Äänikortin muisti 619
Äänikortti 607

Äänilevy 429
Äänimerkit 956
Äänimerkit virhetilanteissa . . . 956
Äänisynteesi 610